

## MŰSZAKI KATONAI KÖZLÖNY

XXVI. évfolyam, 1. szám

**"Műszaki katonák alatt értjük azt a hadrakelt nagy családot, amely nem csak fegyverrel a kézben küzdött, hanem tudásával, különleges felszerelésével, kiképzésével és leleményességével a küzdő csapatok leghűségesebb és nélkülözhetetlen segítőtársa volt."**

(Jacobi Ágost utászezredes, 1938)

Kiadja:  
a Nemzeti Közszerológati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kara,  
valamint a Magyar Hadtudományi Társaság Műszaki Szakosztálya

Megjelenik negyedévente

Felelős kiadó: Dr. BOLDIZSÁR Gábor ezredes, a Nemzeti Közszerológati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar dékánja és  
Dr. habil. KOVÁCS Tibor, PhD, a Műszaki Szakosztály elnöke

Főszerkesztő: Dr. habil. KOVÁCS Tibor, PhD  
Web megjelenés: Dr. DÉNES Kálmán, PhD

Szerkesztőbizottság: Dr. Árpád LŐRINCZ, PhD  
Slovak Association for Blasting and Drilling, Slovakia /Fúrás- és  
Robbantástechnikai Egyesület, Szlovákia  
Dr. HORNYACSEK Júlia, PhD  
National University of Public Service/Nemzeti Közszerológati Egyetem  
Dr. habil. HORVÁTH Tibor, PhD  
National University of Public Service/Nemzeti Közszerológati Egyetem  
Dr. KOVÁCS Zoltán, PhD  
National University of Public Service/Nemzeti Közszerológati Egyetem  
Prof. Dr. PADÁNYI József, DSc  
National University of Public Service/Nemzeti Közszerológati Egyetem  
Dr. Pavel MANAS, PhD  
University of Defence, Czech Republic/Védelmi Egyetem, Csehország  
Dr. TÓTH Rudolf, PhD  
National University of Public Service/Nemzeti Közszerológati Egyetem

Szerkesztőség címe: Nemzeti Közszerológati Egyetem, Hadtudományi és  
Honvédtisztképző Kar, Katonai Vezetőképző Intézet, Műveleti  
Támogató Tanszék, Műszaki Szakcsoport, 1101. Budapest,  
Hungária krt. 9-11. A. épület 3. emelet, 330. iroda

Levelezési cím: 1581 Budapest, Pf.:15.  
E-mail: kovacs.zoltan@uni-nke.hu  
Web: E-mail: denes.kalman@uni-nke.hu  
Telefon: (1)-432-9000/29-539 mellék HM (2)-29-539

A megjelent publikációk „html” és „pdf” formátumban 5 évig érhetők el on-line formában. Ezt követően a cikkek DVD-ROM-on kerülnek archiválásra, és a NKE Egyetemi Könyvtárban férhetők hozzá. Az on-line archívumban továbbra is megtalálhatók az addig megjelent cikkek dátum, szerző, cím és rezümé szerinti rendszerezésben. Az on-line folyóirat archiválása az Országos Széchényi Könyvtár Elektronikus Periodika Archívum és Adatbázisában (<http://epa.oszk.hu/>) is megtörténik.

**ISSN 2063-4986 (Online)**

# Műszaki Katonai Közlöny

XXVI. évfolyam, 2016/1. szám

**A XXVI. évfolyam 2016/1. számában megjelent cikkeket lektorálták:**

Dr. DÉNES Kálmán, PhD.

Dr. HORNYACSEK Júlia, PhD.

Dr. KOVÁCS Tibor, PhD.

Dr. KOVÁCS Zoltán, PhD.

Prof. Dr. LUKÁCS László, CSc.

Prof. Dr. PADÁNYI József, DSc.

## T A R T A L O M

Az utak, területek akadálymentesítése VII. (Dr. Szabó Sándor, Dr. Kovács Zoltán, Dr. Kovács Tibor).....	2
A várható rezgési sebesség előzetes becslésének hibája a jelenleg érvényes ÁRBSZ vonatkozó összefüggése szerint (Dr. Földesi János).....	12
Robbanóanyag-ipari alapanyagok és termékek osztályozásának lehetőségei (Dr. Daruka Norbert).....	26
A nagy Kantó földrengés (Siposné Dr. Kecskeméthy Klára).....	44
Magyarországot érintő migrációs hullám a robbantásos cselekmények kockázata- jának tükrében (Csege Gyula).....	60
A LCD-3 széria, mint lehetséges hatékony eszköz az alegységek ABV védelmi felszerelés rendszerében (Dr. Berek Tamás).....	68
A napsugárzás felhasználása energia előállítására (Virágh Edina).....	80
Megújuló energiaforrások felhasználása katonai létesítményekben (Dr. Berek Tamás, Dr. Dénes Kálmán).....	89
Utilization of wind power (Edina Virágh) .....	97
Építmények védelmének újszerű lehetőségei az ártó szándékú robbantások hatá- sai csökkentésére (Györök László) .....	106



Dr. Szabó Sándor<sup>1</sup>, Dr. Kovács Zoltán<sup>2</sup>, Dr. Kovács Tibor<sup>3</sup>

## AZ UTAK, TERÜLETEK AKADÁLYMENTESÍTÉSE VII. (ROUTE AND AREA CLEARANCE VII.)

*A mozgás, manőver a csapatok tevékenységének szerves része. A háborúk sora bizonyítja, hogy az időben végrehajtott mozgások, manőverek, az utánpótlás időbeni szállítása alapvetően befolyásolta egy-egy műveleti tevékenység kimenetelét. Ma sincs ez másként. Ugyanakkor látnunk kell, hogy az aszimmetrikus hadviselés kapcsán számtalan új lehetőség, módszer alakult ki a csapatok biztonságos mozgásának akadályozására, megnehezítésére. Napjainkban a mozgás-manőverszabadság fenntartása a katonai műveletek egyik legfontosabb tevékenységévé vált. A biztonságos mozgási feltételek megteremtése igen komoly feladatok elé állítja a fegyvernemeket, szakcsapatokat egyaránt. Az erőfeszítések döntő többsége azonban a műszaki csapatokra hárul, amelyek felderítik, hatástalanítják a csapatok mozgását megnehezítő akadályokat, helyreállítják az utakat, műtárgyakat, biztosítva ezzel a biztonságos mozgási feltételeket. Publikációnkban ezen erőfeszítéseket szeretnénk bemutatni.*

**Kulcsszavak:** mozgás, manőver, mozgékonyság, akadálymentesítés, műszaki eszköz

*The freedom of movement and maneuver are integral part of troops' activity. A series of wars prove that movement, maneuvers, delivery of supply in the right time fundamentally influenced operational activity outcomes. Situation today is the same. However, in the asymmetrical warfare there are many new possibilities and methods to hinder the safe movement of troops. Today, the freedom of movement of troops has become main task of military operations. The safe movement conditions pose a serious task of combined arms and branch of service. The deciding majority of the efforts fall to the engineer troops. They detect and disarm the obstacles, restore roads and objects and provide safe conditions for movement. In this article we want to present these efforts.*

**Keywords:** movement, maneuver, mobility, route and area clearance, engineer equipment

## BEVEZETÉS

Publikációnkban folytatjuk az út- és terület akadálymentesítés végrehajtása során alkalmazott korszerű technikai eszközök legfontosabb jellemzőinek és alkalmazásuk lehetőségeinek bemutatását. Előző cikkünkben<sup>4</sup> megismertedtünk a Husky típusú aknafelderítő és mentesítő eszköz alaprendeltetésével, valamint az eszközre szerelhető hagyományos és nagy érzékenységgű impulzusos indukciós fémérzékelő rendszerekkel, a NIITEK VISOR 2500 típusú talajradarral, valamint a vontatható aknarobbantó pótkocsikkal.

<sup>1</sup> Szerzőtársunk 2015. május 16-án elhunyt. Mivel a teljes cikksorozat előkészületeinek és vázlatos elkészítésének is aktív részese volt, a továbbiakban is társszerzőként tüntetjük fel a nevét.

<sup>2</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem, E-mail: [kovacs.zoltan@uni-nke.hu](mailto:kovacs.zoltan@uni-nke.hu) ORCID: 0000-0001-9098-1997

<sup>3</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem, E-mail: [kovacs.tibor@uni-nke.hu](mailto:kovacs.tibor@uni-nke.hu)

<sup>4</sup> Szabó Sándor–Kovács Tibor–Kovács Zoltán: Az utak, területek akadálymentesítése VI. Műszaki Katonai Közlöny XXV. évf. 3. szám, 2015.

Jelen írásunkban bemutatjuk azokat az eszközöket, melyek a fentiekén kívül még felszerelhetők a Husky, RG–31 és MRAP típusú járművekre és hatékonyan segítik az aknák, az improvizált robbanószerkezetek felderítését, azonosítását és megsemmisítését.<sup>5</sup>

## AZ UTAK, TERÜLETEK AKADÁLYMENTESÍTÉSÉNEK KORSZERŰ ESZKÖZEI<sup>6,7</sup>

### Légfújó berendezés – Air blower

A légfújó egy nagy teljesítményű ipari minőségű ventilátorból és egy mozgatható – kör keresztmetszetű vagy szögletes kialakítású – fúvókából áll. Meghajtását léghűtéses belsőégésű motor biztosítja. A ventilátor 35,5 centiméter átmérőjű és 283 m<sup>3</sup> levegő szállítására képes percenként, miközben a légmozgás sebessége elérheti a 280 km/h-t. Ez a légtömeg képes a törmeléket akár 4,5 méterre elfújni. A berendezés teljes tömege eléri a 180 kg-ot.



1. ábra Légfújó Huskyra szerelve<sup>8</sup>



2. ábra Fúvóka típusok<sup>9</sup>

Mivel a légfújó berendezés egy teljesen önálló egység, így a bázisjárműtől függetlenül tud működni. A bázisjármű vezetőfülkéjében van elhelyezve a vezérlő berendezés, amely a légfúvó működtetésére szolgál: ezzel lehet beindítani és leállítani a légfújót, szabályozni a légmozgás sebességét és mozgatni a fúvókát. A légfújó berendezés alapvető rendeltetése, hogy csökkentse a hamis (téves) improvizált robbanószerkezet megvizsgálására fordított időt. A berendezés a feladatot az úton lévő szemét és törmelék eltávolításával (lefúvásával) hajtja végre. A légfújót fel lehet szerelni bármelyik Husky vagy RG–31 típusú járműre. Az útvonal akadálymentesítési feladatok megkezdése előtt a hordozó jármű tervszerű megelőző karbantartási munkáinak részeként a légfújó berendezést is üzembe kell helyezni és ellenőrizni kell a működőképességét.

<sup>5</sup> Lásd még: Kovács Zoltán: Fontos létesítmények IED elleni védelme. Műszaki Katonai Közlöny XXII. évf. Különszám, 2012. és Kovács Zoltán: Repülőterek védelme improvizált robbanóeszközök (IED) ellen. Repüléstudományi Közlemények 25. évf. 2. szám, 2012.

<sup>6</sup> Forrás: Route Clearance Handbook. (Tactics, Techniques, and Procedures) No. 06-32, Sep 06. Center for Army Lessons Learned (CALL) Fort Leavenworth, KS 66027-1350

<sup>7</sup> Forrás: Afghanistan Route Clearance Handbook. No. 11-42, Sep 11. Center for Army Lessons Learned (CALL), US Army Combined Arms Center (USACAC) Fort Leavenworth

<sup>8</sup> Forrás: [http://tank-masters.de/?page\\_id=1573](http://tank-masters.de/?page_id=1573), 2015.02.07.

<sup>9</sup> Forrás: [http://www.arizonamachinery.com/turfclips/images/cyclone2\\_4.jpg](http://www.arizonamachinery.com/turfclips/images/cyclone2_4.jpg), 2015.02.21.



3. ábra Légfújó Husky járművön<sup>10</sup>



4. ábra Légfújó RG-31 járművön<sup>11</sup>

Az akadálymentesítési feladatok végrehajtása során a légfújó berendezés kikapcsolt állapotban van mindaddig, amíg nincs szükség egy lehetséges IED ellenőrzésére. Kikapcsolt helyzetben a légfújó motorja és a kerámia féklapok – melyek a fúvókát tartják a megfelelő irány-szögben – túlmelegedése megelőzhető.



5. ábra Huskyra szerelt légfújó munka közben<sup>12</sup>

Egy lehetséges IED ellenőrzésekor a jármű kezelője bekapcsolja a légfújó berendezést és a levegősugarat a talajt borító törmelékre irányítja. Ha így sem erősíthető meg az IED jelenléte, a légfújó berendezéssel felszerelt jármű biztonságos távolságra eltávolodik, míg a Buffalo jármű folytatja a céltárgy vizsgálatát.

### IED vizsgálókar – IED Interrogation Arm

Korábban az IED-k elsődleges vizsgáló járműve a Buffalo volt, amely ugyan nagyon hatékony eszköz, de a hadszíntéren nem minden esetben állt rendelkezésre megfelelő mennyiségben. A hiányosság megoldására került kifejlesztésre a Husky és az RG-31 típusú járművekre felszerelhető vizsgálókar, mely lehetővé teszi az IED-gyanús szerkezetek páncélvédettséggel

<sup>10</sup> Forrás: [http://4.bp.blogspot.com/\\_rqH4fUbko2U/R5yf\\_9zuh3I/AAAAAAAAAFvU/R97nsXBzII4/s1600-h/LAND+-+Husky+4066.jpg](http://4.bp.blogspot.com/_rqH4fUbko2U/R5yf_9zuh3I/AAAAAAAAAFvU/R97nsXBzII4/s1600-h/LAND+-+Husky+4066.jpg), 2015.02.07.

<sup>11</sup> Forrás: <http://s4.uploads.ru/7I45F.jpg>, 2015.01.09.

<sup>12</sup> Forrás: <http://www.thinkdefence.co.uk/wp-content/uploads/2012/07/Buffer-Turbines-mine-blower-mounted-on-a-Husky.jpg>, 2015.02.07.



rendelkező járműből történő vizsgálatát, növelve ezzel a túlélés valószínűségét. A vizsgálókar főbb részei, azok jellemzői:

- a daru, amely hidraulikus működtetésű és könnyű;
- a darukarhoz csatlakozó, 6 méterre kinyúló csuklós emelőkar, amely a kamera és a vizsgáló-fogó eszközök felszerelését biztosítja;
- kamera, amely lehetővé teszi a kezelő számára a célok pontos azonosítását;
- fogóvilla, amely képes ásásra, feszítésre és tárgyak felemelésére.



6. ábra Gémszerkezet a kamerával és a fogóvillával<sup>13</sup>

A csuklós emelőkar nappali keresőkamerákkal és fogófelszereléssel van ellátva, amely képes feltárni (kiásni), megvizsgálni és eltávolítani a gyanús improvizált robbanóeszközöket. A kialakított rendszer nagyon sokoldalú:

- a hőkamerával rendelkező daru kinyúlása lehetővé teszi a kezelőknek, hogy biztonságosan felkutassák és azonosítsák az IED-t vagy más, az emberre veszélyes robbanóeszközöket az akadályokban, az átereszekben és minden más olyan helyen, ahol azok szabad szemmel nem láthatók;
- a fogóvilla kialakítása lehetővé teszi kezelőnek, hogy biztonságosan kiassa és eltávolítsa az aknákat, az IED-kat és egyéb veszélyes robbanóeszközöket;
- az eszköz könnyen csatlakoztatható a különleges rögzítő készletével szinte minden járműhöz.

A fogóvilla két változatban is elérhető. A nagyobb villa szélessége 42 cm, ásó térfogata 35 liter, ez a változat használható legjobban homokos, kevésbé tömörített talaj eltávolítása. A közepes villa szélessége 28 cm, ásó térfogata 28 liter. Ez a változat a tömörített talaj maximális mélységig történő megvizsgálására használható legjobban. Mindkét villa 360 fokban elforgatható és képes közel 320 kg tömegű, 56 cm vastagságú tárgy megfogására és emelésére.

<sup>13</sup> Forrás: <http://usarmy.vo.llnwd.net/e2/-images/2008/10/06/23447/army.mil-2008-10-06-131352.jpg>, 2015.02.21.



7. ábra Nagy fogóvilla<sup>14</sup>



8. ábra Közepes fogóvilla<sup>15</sup>

A vizsgálókar maximális kinyúlása 9,75 m, amely kellő távolságot jelent a biztonságos munkavégzéshez. A tömörített talaj megbontása és szétszórása erősen koncentrált levegőárammal történik. A vizsgálókaron két kamera található: az egyik spotlámpával felszerelt kamera a gémvégén, egy második kamera a gémkar csuklós részénél van elhelyezve. A megvilágítás lehetővé teszi az adott tárgy hatékonyabb megvizsgálását és biztosítja az eszköz korlátozott látási viszonyok közötti alkalmazását is. A vizsgálókart az útvonal akadálymentesítő csapatok részére tervezték, akik feladata felderíteni és semlegesíteni a potenciális IED-kat.<sup>16</sup> A vizsgálókart független elemként tervezték, így a katonai járművek többségére kéziszerszámokkal a hadszíntéren is fel lehet szerelni.

## Rhino hőcsapda

2004 nyarán a felkelők elkezdtek alkalmazni a robbantással kialakított lövedékeket (Explosively Formed Penetrator – EFP<sup>17</sup>), melyek indítószerkezetét passzív infravörös érzékelővel látták el, a robbanószerkezetet a járművek motorja által kibocsátott hő hozta működésbe.

Ellenük a koalíciós erők által használt elektronikus jammerek hatástalannak bizonyultak. Az ilyen jellegű támadások hatékonyságának csökkentése érdekében kezdetben a katonák improvizált hőcsapdákat készítettek, amelyek mint egy „kenyérpirító” lógtak egy rúdon, a jármű elején: ez inspirálta a Rhino későbbi kialakítását, ami egy acéldobozban elhelyezett fűtőelem, – dízelmotorok indításához használt izzógyertya – melyet a doboz felmelegítésére használnak. A jármű elülső részén elhelyezkedő 3 méteres tartókereten lévő hőcsapda intenzívebb hőforrásként jelenik meg a robbanószerkezet indítását vezérlő infravörös érzékelő számára, mint a jármű motorja által kibocsátott hő, ezért aktivizálja az EFP gyújtószerkezetét, mely „korai” indítása miatt nem a járművet találja el. A Rhino rendszer egy univerzális tartóberendezéssel felszerelhető minden harc- és egyéb típusú járműre.

<sup>14</sup> Forrás: [http://www.army-technology.com/contractor\\_images/22606/images/204593/large/1.jpg](http://www.army-technology.com/contractor_images/22606/images/204593/large/1.jpg), 2015.01.10.

<sup>15</sup> Forrás: a szerzők által kivágott képkocka a [https://www.youtube.com/watch?v=Y\\_9I6qBQbTM](https://www.youtube.com/watch?v=Y_9I6qBQbTM) videóból. 2015.02.21.

<sup>16</sup> Tomolya János – Padányi József: A műszaki erők alkalmazása az iraki Szabadság Műveletben. Hadtudományi Szemle 3 szám, 2008.

<sup>17</sup> Daruka Norbert: A bűnös célú/terror jellegű robbantások és az ellenük való védekezés lehetőségei, különös tekintettel a tüzserész feladatok ellátására. PhD értekezés. Budapest, 2013.



A felkelők azonban hamarosan kiismerték ezt a védekezési módszert és változtattak a töltetek indítási időzítésén. 2006 őszén válaszlépésként kifejlesztették a Rhino II rendszert, melyet egy állítható hosszúságú tartókeretre szereltek fel, a keret hosszának állításával változtatható a hőcsapda helyzete is. A hőcsapda járműtől való elhelyezési távolságának változtatása megnehezíti a robbanószerkezettel történő pontos célzás végrehajtását. A távolság helyes megválasztása esetén a hőcsapda elindítja a robbanószerkezetet, amely rendszerint a céljármű előtt halad el. A rendszer sikeres alkalmazását mi sem bizonyítja jobban, mint hogy a rendszersítése óta több mint 34.000 készletet szállítottak a különböző műveleti területekre.



9. ábra Rhino II beállítása<sup>18</sup>



10. ábra Rhino II harcjárművön<sup>19</sup>

A Rhino fejlesztése (Rhino II, Rhino III) során a fűtőelemekre vonatkozóan többek között a hőellenőrző rendszereket, biztonsági és teljesítménybeli fejlesztéseket hajtottak végre.



11. ábra Rhino III és SPARK közösen alkalmazva<sup>20</sup>

<sup>18</sup> Forrás: <http://waronterrornews.typepad.com/.a/6a00e551d9d3fd8833015394387fe8970b-320wi>, 2015.02.22.

<sup>19</sup> Forrás: <http://deftech.usmilblog.com/wp-content/uploads/2009/11/Stryker-camo.jpg>, 2015.02.23.

<sup>20</sup> Forrás: <http://www.pearson-eng.com/case-study/spark-oif/>, 2015.02.05.

A Rhino III fejlesztése során külön figyelmet fordítottak az afganisztáni műveleti terület sajátosságainak figyelembevételére is.<sup>21</sup> A Rhino rendszert lehet együttesen alkalmazni az önvédelmi görgő készlettel (Self-Protection Adaptive Roller Kit – SPARK), amely moduláris aknataposó görgőrendszert a kerekes harcjárművek részére terveztek, de használható a Cyclone nagyteljesítményű légfúvó berendezéssel együtt is, amely eltávolítja a felső talajréteget és egyéb tárgyakat, amelyek az IED-k elrejtésére alkalmaztak.

### **Gépjármű optikai érzékelő rendszer (Vehicle Optical Sensor System – VOSS)**

A gépjármű optikai érzékelő rendszer giroszkóppal stabilizált kamerája (GyroCam) több üzemmódban képes dolgozni és képeket biztosítani. A kamera képes éjszakai és nappali felvételek, hőképek és nagyfelbontású felvételek készítésére is. Alkalmazása fokozza a vizuális észlelési képességeket az útvonal akadálymentesítési művelet során és lehetővé teszi mozgás közbeni felderítést, az adatok átadását, továbbítását a döntéshozók, illetve a különleges egységek, EOD részlegek részére. A rendszert jellemzően az RG-31 platformra szerelték fel.



12. ábra Gépjármű optikai érzékelő rendszer munka közben<sup>22</sup>

A rendszert ellátták egy lézer megvilágítóval/jelölővel, hogy biztosítsa az éjszakai felderítést és a lézeres távolságmérést. Az infravörös kamera segítségével fel lehet ismerni a test melegét akár teljes sötétségben is.

A VOSS-rendszer főbb részei a gömbcsuklós felfüggesztés három különböző kamerával; a térd irányítópád, amely tartalmazza a gömbcsuklós felfüggesztés összes irányító funkcióját és a kézi vezérlőegység, amely utasításaival irányítja a folyamatokat és megosztja a képet a rendszer többi része és a kijelző között.

A VOSS-rendszert 2004 végén különböző jármű platformokra építették rá. A tesztelése beváltotta a hozzáfűzött reményeket, ugyanakkor aggasztó események is történnek a tesztelés során. A kezelőállomány több esetben nem volt körültekintő és figyelmes, nem vették észre a villamos felsővezetéseket és beleakadtak abba a kitolt árboccal, melynek következtében az árboc

<sup>21</sup> Forrás: Joint Improvised Explosive Device Defeat Organization -Annual Report FY 2008. Joint Improvised Explosive Device Defeat Organization, Pentagon, Washington, DC 2008.

<sup>22</sup> Forrás: [http://defense-update.com/images\\_large3/gyrocam.jpg](http://defense-update.com/images_large3/gyrocam.jpg), 2015.01.10.



és a GyroCam gömbcsuklós része gyakran súlyosan megrongálódott. A program részeként 2008-tól megkezdtek jármű optikai érzékelő rendszer felszerelését az Irakban és Afganisztánban üzemeltetett MRAP járművekre is.



13. ábra GyroCam MRAP járművön<sup>23</sup>



14. ábra Biztonságos figyelőjármű<sup>24</sup>

A rendszert a szabványoknak megfelelően tesztelték és megbízhatóan működött a legzordabb körülmények között is, szélsőséges sivatagi hőségben és hidegben egyaránt.



15. ábra GyroCam kézi vezérlőegység<sup>25</sup>



16. ábra GyroCam térd irányítópad<sup>26</sup>

Főbb jellemzők, műszaki adatok:<sup>27</sup>

- négytengelyes, giroszkóppal stabilizált többérzékelős rendszer;

<sup>23</sup> Forrás: [http://defense-update.com/images\\_new1/gyrocam\\_isr300\\_on\\_cougar\\_iraq2007.jpg](http://defense-update.com/images_new1/gyrocam_isr300_on_cougar_iraq2007.jpg), 2015.01.06.

<sup>24</sup> Forrás: <http://www.spacedaily.com/images-lg/gyrocam-land-vehicle-lockheed-lg.jpg>, 2015.02.07.

<sup>25</sup> Forrás: <http://classicarma.blogspot.hu/2013/02/arma2-mrap-rg31-mk5-gyrocam-system-wip.html>, 1. sz. fotó. 2015.02.05.

<sup>26</sup> Forrás: <http://classicarma.blogspot.hu/2013/02/arma2-mrap-rg31-mk5-gyrocam-system-wip.html>, 2. sz. fotó. 2015.02.05.

<sup>27</sup> Forrás: <http://www.lockheedmartin.com/content/dam/lockheed/data/mfc/pc/gyrocam-systems/mfc-gyrocam-voss-pc.pdf>, 2. oldal. 2015.02.05.



- irányszög/magasság állítás: 360 fok / +90° – -90° között;
- működési hőmérséklet: -32°C – +60°C között;
- gömbcsuklós, 38,1 cm átmérőjű;
- interface egység tömege: 3,4 kg;
- térd irányítópád tömege: 1,36 kg;
- kézi vezérlő tömege: 1,13 kg.

A Lockheed Martin a gyroszkóppal stabilizált optikai felügyeleti rendszerek vezető gyártója, a HD színes kamerájuk nagy felbontással, nagy kontraszttal és gazdagabb képrészletekkel rendelkezik. A Gyrocam rendszert a NATO tagországok közül az amerikai haderő mellett rendszerezítették a kanadai és olasz haderőnél, valamint a rendszert megvásárolta Dél-Korea és Szaúd-Arábia is.

## ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen publikációnkban – az előző rész folytatásaként – bemutattuk az út- és terület akadálymentesítés végrehajtása során alkalmazott korszerű technikai eszközök jellemzőit, alkalmazási elveit, melyek a lehetőségekhez képest biztonságosabbá teszik ezt a nagyon veszélyes tevékenységet. Írásunk folytatásaként a következő publikációnkban folytatjuk a korszerű technikai eszközök bemutatását.

## FELHASZNÁLT IRODALOM, FORRÁS

1. Szabó Sándor – Kovács Tibor – Kovács Zoltán: Az utak, területek akadálymentesítése VI. Műszaki Katonai Közlöny XXV. évf. 3. szám, 2015.
2. Kovács Zoltán: Fontos létesítmények IED elleni védelme. Műszaki Katonai Közlöny XXII. évf. Különszám, 2012.
3. Kovács Zoltán: Repülőterek védelme improvizált robbanóeszközök (IED) ellen. Repüléstudományi Közlemények 25. évf. 2. szám, 2012.
4. Route Clearance Handbook. (Tactics, Techniques, and Procedures) No. 06-32, Sep 06. Center for Army Lessons Learned (CALL) Fort Leavenworth, KS 66027-1350
5. Afghanistan Route Clearance Handbook. No. 11-42, Sep 11. Center for Army Lessons Learned (CALL), US Army Combined Arms Center (USACAC) Fort Leavenworth
6. Url: [http://tank-masters.de/?page\\_id=1573](http://tank-masters.de/?page_id=1573), 2015.02.07.
7. Url: [http://www.arizonamachinery.com/turfclips/images/cyclone2\\_4.jpg](http://www.arizonamachinery.com/turfclips/images/cyclone2_4.jpg), 2015.02.21.
8. Url: [http://4.bp.blogspot.com/\\_rqH4fUbko2U/R5yf\\_9zuh3I/AAAAAAAAAFvU/R97nsXBzII4/s1600-h/LAND+-+Husky+4066.jpg](http://4.bp.blogspot.com/_rqH4fUbko2U/R5yf_9zuh3I/AAAAAAAAAFvU/R97nsXBzII4/s1600-h/LAND+-+Husky+4066.jpg), 2015.02.07.
9. Url: <http://s4.uploads.ru/7I45F.jpg>, 2015.01.09.
10. Url: <http://www.thinkdefence.co.uk/wp-content/uploads/2012/07/Buffalo-Turbines-mine-blower-mounted-on-a-Husky.jpg>, 2015.02.07.
11. Url: <http://usarmy.vo.llnwd.net/e2/-images/2008/10/06/23447/army.mil-2008-10-06-131352.jpg>, 2015.02.21.

12. Url: [http://www.army-technology.com/contractor\\_images/22606/images/204593/large/1.jpg](http://www.army-technology.com/contractor_images/22606/images/204593/large/1.jpg), 2015.01.10.
13. Url: [https://www.youtube.com/watch?v=Y\\_9I6qBQbTM](https://www.youtube.com/watch?v=Y_9I6qBQbTM) 2015.02.21.
14. Tomolya János – Padányi József: A műszaki erők alkalmazása az iraki Szabadság Műveletben. Hadtudományi Szemle 3 szám, 2008.
15. Daruka Norbert: A bűnös célú/terror jellegű robbantások és az ellenük való védekezés lehetőségei, különös tekintettel a tűzszerész feladatok ellátására. PhD értekezés. Budapest, 2013.
16. Url: <http://waronterrornews.typepad.com/.a/6a00e551d9d3fd8833015394387fe8970b-320wi>, 2015.02.22.
17. Url: <http://deftech.usmilblog.com/wp-content/uploads//2009/11/Stryker-camo.jpg>, 2015.02.23.
18. Url: <http://www.pearson-eng.com/case-study/spark-oif/>, 2015.02.05.
19. Joint Improvised Explosive Device Defeat Organization -Annual Report FY 2008. Joint Improvised Explosive Device Defeat Organization, Washington DC, 2008.
20. Url: [http://defense-update.com/images\\_large3/gyrocam.jpg](http://defense-update.com/images_large3/gyrocam.jpg), 2015.01.10.
21. Url: [http://defense-update.com/images\\_new1/gyrocam\\_isr300\\_on\\_cougar\\_iraq2007.jpg](http://defense-update.com/images_new1/gyrocam_isr300_on_cougar_iraq2007.jpg), 2015.01.06.
22. Url: <http://www.spacedaily.com/images-lg/gyrocam-land-vehicle-lockheed-lg.jpg>, 2015.02.07.
23. Url: <http://classicarma.blogspot.hu/2013/02/arma2-mrap-rg31-mk5-gyrocam-system-wip.html>, 2015.02.05.
24. Url: <http://www.lockheedmartin.com/content/dam/lockheed/data/mfc/pc/gyrocam-systems/mfc-gyrocam-voss-pc.pdf>, 2015.02.05.

Dr. Földesi János<sup>1</sup>

## A VÁRHATÓ REZGÉSI SEBESSÉG ELŐZETES BECSLÉSÉNEK HIBÁJA, A JELENLEG ÉRVÉNYES ÁRBSZ VONATKOZÓ ÖSSZEFÜGGÉSE SZERINT

### (FAILURE OF ESTIMATION OF EXPECTED SEISMIC SPEED OF VIBRATION BASED ON THE VALID GENERAL SAFETY REGULATION OF BLASTING)

Robbantások műszaki leírásának készítésénél minden esetben meg kell határozni a szeizmikus biztonsági távolságot, és a várható rezgési sebesség értékét. Gyakorlati tapasztalatok, és a tanulmányban bemutatott példák alapján egyértelmű, hogy a tényleges szeizmikus rezgési sebességek nagyobbak lesznek, mint az ÁRBSZ vonatkozó összefüggésével számított rezgési sebességek. A mért és számított rezgési sebességek különbözőségét a „K” tényező hibás megválasztása eredményezi, mert „K” rögzített értékei csak részben veszik figyelembe a robbanóanyag és kőzet jellemzőket, az akusztikus és geometriai illesztés tényezőjét, és a védendő objektumoknál az alapozási talaj fizikai jellemzőit. A tanulmányban javaslatok kerülnek megfogalmazásra az új ÁRBSZ előírásainak megváltoztatására, úgymint: a mértékadó töltet, az ipari és bányászati robbantásokkal keltett rezgési sebességek megengedhető értékei és a várható rezgési sebesség értéke.

**Kulcsszavak:** szeizmikus rezgési sebesség, mértékadó töltet, akusztikus és geometriai illesztési tényező

Preparing technical description of explosion seismic safety stand-off distance and expected seismic speed of vibration have to be determined in every case. Practical experiences and the examples presented in the study clearly show that the real magnitude of these values of seismic speed were higher than they were calculated previously based on the correlations given by the General Safety Regulation of Blasting. The differences between the calculated and experienced values derive from the wrongly chosen “K” factor. The characteristic of the rocks and the explosives, the factor of acoustic and geometric join and the physical characteristics of the soil of foundation of the defended building are only partially taken into consideration by the fix values of “K” factor. In the study the following suggestions for transformation in regulations of General Safety Regulation of Blasting were drafted out: standard charge sizes, the maximum scale of speed of vibration generated by industrial and mining blast, and the expected value of the speed of vibration.

**Keywords:** seismic speed of vibration, standard charge sizes, factor of acoustic and geometric join

## 1. BEVEZETÉS

Robbantások műszaki leírásának készítésénél minden esetben meg kell határozni a szeizmikus biztonsági távolságot és a várható rezgési sebesség értékét.

A szeizmikus biztonsági távolság értékét az ÁRBSZ 2. melléklete szerint az

$$L = \frac{K}{2} \sqrt{Q_f}, \quad \text{m,}$$

a maximálisan várható rezgési sebességet a módosított Koch-féle

<sup>1</sup> Okleveles bányamérnök, a műszaki tudomány kandidátusa, ny. egyetemi docens, a DETONET Kft. ügyvezetője. E-mail: <http://www.detonet.hu/index.php>

$$v_{\text{várható}} = \frac{K \sqrt{Q_f}}{2 l}, \quad \text{mm/s}$$

összefüggésekkel kell meghatározni, ahol:

- $K$  – a robbantás körülményeitől függő állandó, értéke az ÁRBSZ 2. melléklete szerint 20–160 között változik;
- $Q_f$  – a mértékadó töltet tömege, kg, (fejlett robbantástechnikával rendelkező országokban az egy késleltetési fokozatban, a 8 ms-on belül robbanó töltet tömege);
- $l$  – a robbantás és védendő objektum közötti távolság, m.

#### Megjegyzések:

- azért írtuk, hogy módosított Koch-féle összefüggés, mert  $k = K/2$ ;
- mérési adatok alapján a Koch-féle összefüggésből számított „ $k$ ” értéke igen tág határok között változhat. Pl. az erdőbényei kőbányában végzett vizsgálatok szerint [9]:
  - Az „A” mérési területen 10 db robbantás rezgési sebességét 5 ponton mérve, 50 mérési adat alapján számított  $k = 3,3 - 193,2$  között,
  - A „B” mérési területen 14 db robbantás rezgési sebességét 5 ponton mérve, 70 mérési adat alapján a számított  $k = 5,0 - 138,3$  között,
  - A „C” mérési területen 9 db robbantás rezgési sebességét 5 ponton mérve, 45 mérési adat alapján számított  $k = 4,9 - 91,8$  között változott.

A fenti példa alapján joggal merül fel az a kérdés, hogy az adott bányában a robbantások várható rezgési sebességének számításánál milyen „ $k$ ” tényezővel számoljunk?

***Az ÁRBSZ 2. melléklet szerinti „K” figyelembevételével a robbantások szeizmikus rezgési sebességeinek mérésekor számos esetben azt tapasztaltuk, hogy a számított, várható rezgési sebességek jóval kisebbek, mint a mért értékek. Az ÁRBSZ 2. melléklet 2.3.1. pontja ennek a tapasztalatnak az ellenkezőjét állítja.***

Nem kell különösebben magyarázni, hogy a nagyobb rezgési sebességek milyen problémákat jelentenek a robbantások közelében élőknek és a különböző objektumoknak. Nagyon fontos, hogy a robbantásokkal keltett rezgési sebességeket alacsony szinten tartsuk.

Gyakorlati tapasztalat, hogy a mért és számított rezgési sebességek különbözőségét a „ $K$ ” tényező hibás megválasztása eredményezi, mert „ $K$ ” rögzített értékei csak részben veszik figyelembe a robbanóanyag és közeg jellemzőit, az akusztikus és geometriai illesztés tényezőjét, és a védendő objektumoknál az alapozási talaj fizikai jellemzőit.

Adott bánya esetén a Koch-féle összefüggés szerint a várható rezgési sebesség akkor csökkenthető, ha a  $Q_f$  – mértékadó töltet tömege kicsi, vagy a „ $K$ ” értéke kicsi.

## 2. A „ $k$ ” TÉNYEZŐ SZÁMÍTÁSÁRA ALKALMAS ÖSSZEFÜGGÉS

Több mint 20 éve ismert, hogy a „ $k = K/2$ ” tényező értéke az alábbi összefüggéssel határozható meg [1]:

$$k = \frac{160}{\sqrt{\lg l}} \sqrt{\frac{\left[1 - \left(\frac{\rho_{ra} D - \rho_k C}{\rho_{ra} D + \rho_k C}\right)^2\right] \left[\frac{1}{e^{d_{ly}/d_{ra}-1,71}}\right] \varepsilon}{K_f \rho_k C (\lg l)}}$$

ahol:

$\rho_{ra}$  – a robbanóanyag töltési sűrűsége a robbantólyukban, kg/m<sup>3</sup>,

$\rho_k$  – a robbantott közet sűrűsége, kg/m<sup>3</sup>,

$\varepsilon$  - az alkalmazott robbanóanyag fajlagos energiája, J/kg,

$d_{ly}$  – a robbantólyuk átmérője, mm,

$d_{ra}$  – a robbanóanyag átmérője a robbantólyukban, mm,

$D$  - a robbanóanyag detonációs sebessége, m/s,

$C_l$  – a rugalmas hullám terjedési sebessége a közetben, m/s,

$l$  - a robbantás és a védendő objektum közötti távolság, m,

$K_f$  – a robbantás környezetében lévő közetek szilárdságától függő tényező,

melynek értékei:

- vizes homok és kavics esetén: 0,11...0,13,
- tömör alluviumoknál: 0,06...0,09,
- kemény és tömör kőzeteknél: 0,01...0,03.

*Megjegyzés: 2012-ben a fenti összefüggés használatát javasoltuk a 13/2010. (III.4.) KHEM rendelet módosítását végző MARE bizottságnak. A javaslatot sajnos figyelmen kívül hagyták [5].*

A fenti összefüggés alapján egyértelmű, hogy a „ $k$ ” értéke nem lehet néhány konkrét érték. A „ $k$ ” tényező rögzített értéke mellett a mért és számított rezgési sebességek igen eltérőek lehetnek. A nemzetközi gyakorlatban is a várható rezgési sebesség számítására az ú.n. Koch-féle képletet használják, mely szerint:

$$v = k \frac{Q_f^n}{l^m}, \text{ mm/s}$$

Néhány országban alkalmazott **k**, **n** és **m** értékei az 1. táblázatban láthatók.

A fenti táblázat adatai alapján az is látható, hogy nagy eltérések vannak a „ $k$ ” tényezőknél, a mértékadó töltet és a távolságok kitevőinél is. A táblázat adatai szerint a legkisebb „ $k$ ”-val hazánkban számolnak.

Nézzünk példákat arra vonatkozóan, hogy a jelenleg érvényben lévő ÁRBSZ, rezgési sebességek számítására megadott összefüggése miért alkalmatlan a várható rezgési sebességek előzetes becslésére.

1. számú táblázat

A "k, n és m" tényezők értékei

Ország	k	n	m
USA	714,4 <sup>2</sup>	0,8	1,6
Svédország	100 - 400	0,5	0,75
Magyarország	k = K/2 = 10 - 80 (ÁRBSZ)	0,5	1,0
Szlovákia	120 - 350	0,5	1,0
Irán	347,83	0,768	1,586
Olaszország	$k = 160 \sqrt{\frac{\frac{1}{\frac{r_{ra} D - r_k C_l}{r_{ra} D + r_k C_l} - 1} e^{d_{ly}/d_{ra}} - 1,71}{K_f r_k C_l (\lg l)}}$	0,5	1,0

### 3. A JELENLEGI ÁRBSZ ÖSSZEFÜGGÉSÉVEL SZÁMÍTOTT VÁRHA- TÓ REZGÉSI SEBESSÉGEK ÉS A MÉRT REZGÉSI SEBESSÉGEK KÖZÖTTI KÜLÖNBSÉGEK

### 1. példa:

Robbantás helye: Debrecen Kishegyesi út 209. (2 db téglakémény robbantása 2013.06.20.)

Adataink a számításnál:  $k = 25$ ,  $Q_f = 4,8 \text{ kg}$ ,  $l = 30 \text{ m}$

A várható rezgési sebesség az ÁRBSZ szerint:  $v_{\text{várható}} = 1,545 \text{ mm/s}$ .

A mért rezgési sebesség:  $v_{\text{mért}} = 8,065 \text{ mm/s}$ . (Lásd 1. ábra)

A mért rezgési sebesség alapján a  $k_{\text{mért}} = 118.4 \quad \leftrightarrow \quad k_{\text{ÁRBSZ max}} = 80$ .

A „k” tényező számítására ajánlott összefüggés szerint a  $k = 118,7$ . Ezzel a k-val számolva a várható rezgési sebesség értéke:

$$\mathbf{v_{várható} = 8,13 \text{ mm/s} \quad \Leftrightarrow \quad v_{mért} = 8,065 \text{ mm/s!}}$$

Fontos megjegyzés: Az új ÁRBSZ 2. melléklet 1.1.2. c) pontja szerint  $K = 40$ -nel,  $k = 40/2 = 20$  számolhatjuk az építmények robbantásoknál várható rezgési sebességeket. Az adott esetben ez a  $K$  tényező,  $118,44/20 = 5,92$ -szer kisebb, mint a valóságos érték.

## 2. példa:

A gyakorlatban azok a robbantások problémásak, amelyek rendszeresen ismétlődnek. Ilyenek a külszíni bányákban végzett nagyfűrólyukas robbantások.

Kilenc hazai nagyfűrőlyukas kőzet robbantásnál és egy gátrobbantásnál, (2. táblázat) folytonos és osztott töltetekkel végzett, 68 db szeizmikus mérési eredmény alapján, regressziós úton meghatározott összefüggés a

$$v_{i,max} = 136,66 \frac{Q_f^{0,5}}{j_{1,02}}, \text{ mm/s}$$

<sup>2</sup> Bureau of Mines

kifejezéssel írható le, ahol:

$v_{i,max}$  – mért, maximális rezgési sebesség-komponensek értékei, mm/s.

A függvény szorosságára jellemző korrelációs index négyzete,  $r^2 = 0,96$ , a szórás,  $D_{dvi,max} = \pm 2,38$  mm/s és  $k = 136,66$ . Az „n” és „m” értéke gyakorlatilag azonos az 1. táblázatban megadott, Magyarországon alkalmazott értékekkel. A számított „k” tényező értéke viszont jóval nagyobb, mint az ÁRBSZ-ben ajánlott  $k = 80/2 = 40$ .

$(\Delta = k_{számított} / k_{ÁRBSZ} = 136,66 / 40 = 3,41)$

2. számú táblázat

Szeizmikus mérésekkel ellenőrzött magyarországi robbantások

Sorszám	Robbantás		Robbantott közet	Megjegyzés
	helye	módja		
1.	Tarcal János Pince	nagyfúrólyukas	dácit és tufa keveréke	osztott töltetekkel
2.	Vakond Kft. Gyöngyöstarján	nagyfúrólyukas	andezit	folytonos töltet
3.	Basalt-Középkő Kft. Vindornyaszőlős	nagyfúrólyukas	bazalt	folytonos töltet
4.	Varga Murvabánya Litér	nagyfúrólyukas	murva	folytonos töltet
5.	Zempléncő Bányászati Kft. Sárospatak	nagyfúrólyukas	andezit	osztott töltetekkel
6.	Dráva-Kavics Kft. Máriagyűd	nagyfúrólyukas	vastagpados mészkő	osztott és folytonos töltetekkel
7.	Palota-Vidék Zrt. Inota	nagyfúrólyukas	murva	folytonos töltet
8.	Colas Északkő Kft. Sárospatak	nagyfúrólyukas	andezit	folytonos töltet
9.	KŐ-KA Kft. Iszkaszentgyörgy	nagyfúrólyukas	dolomit	folytonos töltet
10.	KIHI gát Szeghalom	nagyfúrólyukas	tömörített talaj	folytonos töltet

Version 3.0.5a  
Executable Date: 29Jul09

File: c:\68c43089d8c00a33f8\3(3).NSZ

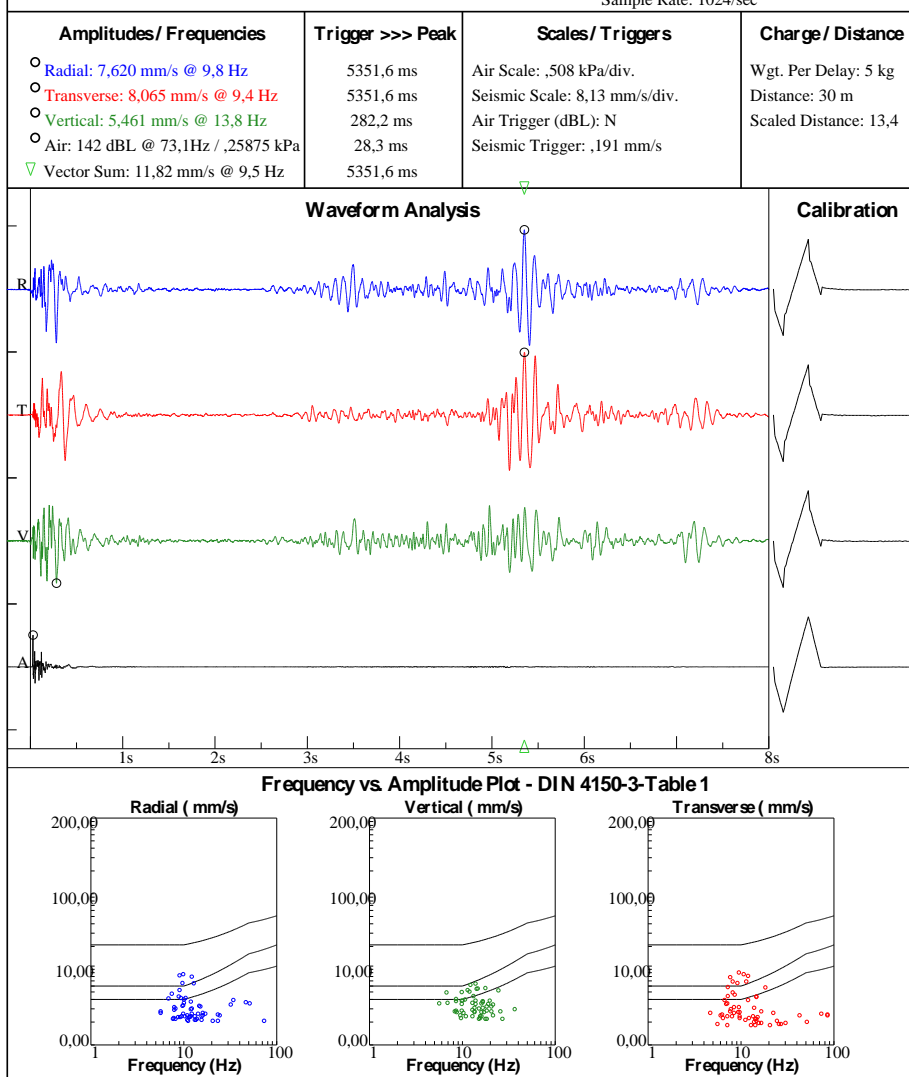
Norris Seismographs, Inc.

## SuperGraphics - Report

Telephone: (205)592-2488 x 23

Company: AUSTIN POWDER  
Location: DEBRECEN KISHEGYESI UT 221  
Operator: FÖLDESI LORANT  
Notes

20-jún-0D at 14:58:50 Event # 3

Graph: 10695  
Last Calibration: 18febr09  
Record Duration: 8 sec  
Sample Rate: 1024/sec

1. számú ábra: Kémény robbantásnál regisztrált szeizmogram  
(Debrecen, 2013. 06. 20.)

### 3. példa:

A KŐKA KŐ – és Kavicsbányászati Kft. IDÓKŐ Iszcaszentgyörgyi Dolomitbányájában 2013. november 21. robbantásnál a mért rezgési sebesség,  $v_{\text{mért}} = 1,461 \text{ mm/s}$ . Az olasz összefüggéssel számított  $k = 141,49$ . Ezzel a „k” – val számolva a várható rezgési sebesség, ha  $Q_f = 170 \text{ kg}$ ,  $l = 1200 \text{ m}$ , akkor:

$$v = k \frac{\sqrt{Q_f}}{l} = 141,46 \frac{\sqrt{170}}{1200} = 1,5363 \text{ mm/s}$$

Ebben az esetben is a  $v_{\text{számított}} \leftrightarrow v_{\text{mért}}$ .



#### 4. példa:

A volt Borsodi Szénbányák Vadnai külfejtésében a kőzet és robbanóanyag jellemzők alapján meghatározott „k” tényező értéke: 128- ra adódott. Ezzel a „k” tényezővel meghatározott mértékadó töltet tömege azonos nagyságrendű volt, a mérési eredmények felhasználásával készített helyi érvényességű összefüggésből számított töltet tömegével.

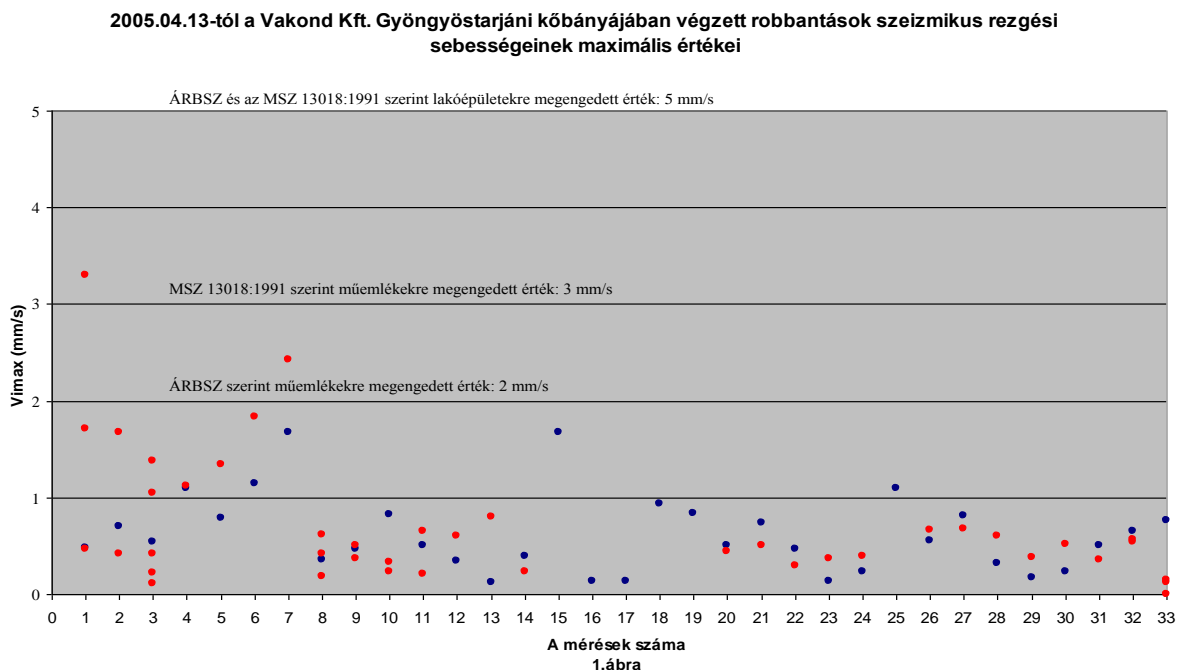
$$v_{helyi} = 30.445,73 \left( l / \sqrt{Q} \right)^{-2,284}, mm / s$$

(A vadnai külfejtésben végzett robbantások szeizmikus rezgési sebességei alapján a regresszió számítás minőségi mutatói:  $r^2 = 0,9769$ , a szórás értéke,  $D_{dv} = \pm 0,24$  mm/s, a becslés %-os hibája:  $\pm 9,55$  % volt.)

A bemutatott példák alapján egyértelmű, hogy nagy a különbség a hazai mérések és a bányákban használatos robbanóanyag és a kőzetjellemzők alapján meghatározott „k” tényezők és az ÁRBSZ-ben ajánlott „k” tényezők között.

**A „k” tényezőkben meglévő különbségek azt eredményezhetik, hogy az ÁRBSZ vonatkozó összefüggésének alkalmazásával a várható rezgési sebességeket alulbecsüljük.** A tényleges rezgési sebességek nagyobbak lesznek, mint az ÁRBSZ vonatkozó összefüggésével számított rezgési sebességek. Ez azt jelenti, hogy a robbantás környezetében élők a nagyobb rezgési sebességek miatt tiltakozni fognak. A robbantások tárgyában laikus polgárok az építményeik károsodását összefüggésbe hozzák a közelükben végzett robbantásokkal és kártérítési pereket kezdeményeznek.

A robbantásokat végzők csak úgy kerülhetik el károk megfizetését, ha szeizmikus és léglökésmérési eredményeik vannak. A perek akkor sem elkerülhetők, ha a mérési eredmények jóval a megengedett érték alatt vannak. Ezt a kijelentésünket igazolja a 2. ábra, melyen a Vakond Kft. Gyöngyöstarjáni kőbányájában, 2005-től végzett robbantások szeizmikus mérési eredményei láthatók [7]. A per 5 évig tartott és közel 16 millió Ft károkozásról szólt. A károk tényleges oka, (duzzadó agyag) egyetlen panaszost sem érdekelt.



2. számú ábra

### 5. példa:

A Duna-Dráva Cement Kft. Beremendi Gyár Nagyarsányi kőbányájában a „k” tényező számítására javasolt összefüggés alapján a várható rezgési sebesség a

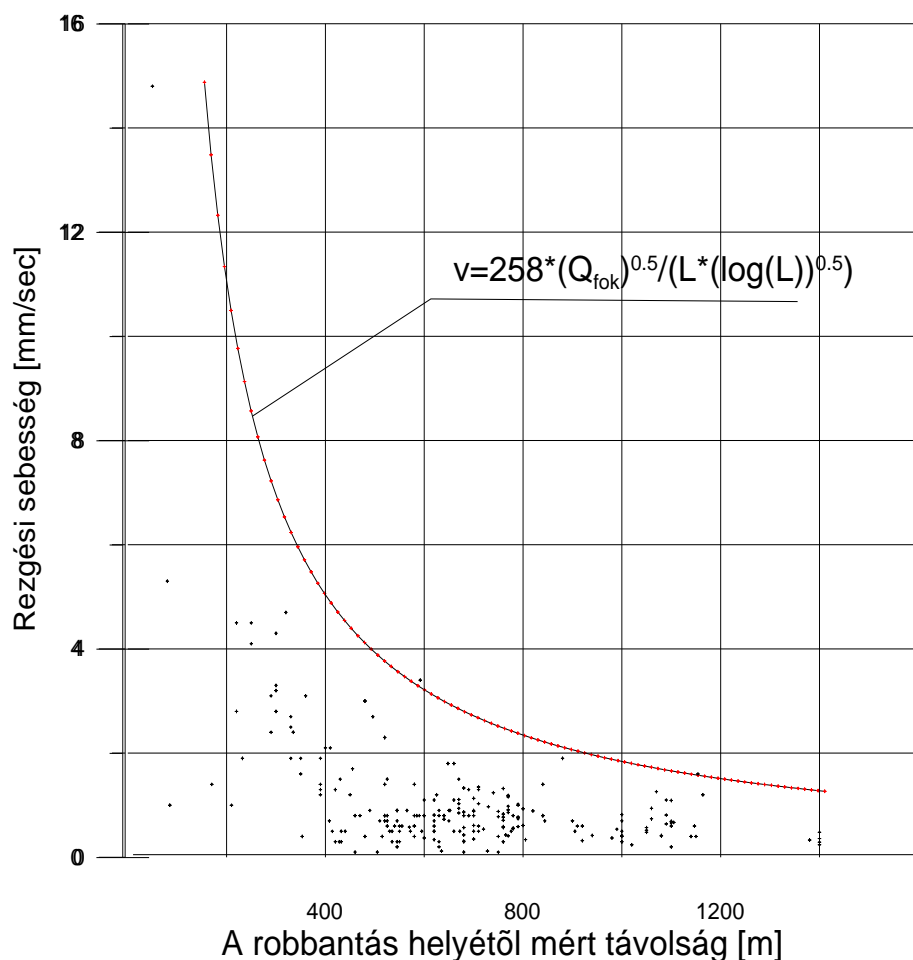
$$v_{\text{várható}} = 258 \frac{\sqrt{Q_f}}{l \sqrt{\lg l}}, \text{ mm/s}$$

összefüggéssel számítható. A 3. ábrán az látható, hogy a „k” számított értékével meghatározott szeizmikus rezgési sebesség várható értéke a mérési adatoktól nagyobb, minden mérési pont a görbe alatt helyezkedik el [8]. Abban az esetben, ha a 3. ábrán megadott összefüggéssel számítjuk a várható rezgési sebességet, akkor biztosak lehetünk abban, hogy a mért rezgési sebesség nem lesz nagyobb, mint a számított.

#### Fontos megjegyzés:

*Azok, akik a robbantások várható rezgési sebességének meghatározásával foglalkoztak számos esetben tapasztalták, hogy a „k” tényező értéke a robbantás és mérés közötti távolságtól is függ. A „k” tényező számítására javasolt összefüggésben ezt a  $\sqrt{\lg l}$ -el vehetjük figyelembe.*

Az ÁRBSZ vonatkozó összefüggésében a távolság hatását a képletben szereplő „2”-es tényező képviseli. A javasolt összefüggéssel pontosabban tudjuk meghatározni „k” tényleges értékét, mint a jelenleg érvényes ÁRBSZ-ben megadott „2”. (Az ÁRBSZ vonatkozó összefüggésében szereplő 2-es érték  $1/l = 10.000$  m-hez tartozik, mert  $2 = \sqrt{\lg 10.000}$ ). Abban az esetben, ha a védendő objektum 10 km-re van a robbantás helyétől, akkor a szeizmikus károk miatt nem kell aggódni.



A mért rezgésértékek a távolság függvényében és a számításra használatos összefüggés görbéje

3. ábra: Nagyharsányi kőbányában mért rezgési sebességek és a „k” tényezővel számított függvény (a mérési adatok száma: 234 db)

## 4. JAVASLAT AZ ÚJ ÁRBSZ ELŐÍRÁSAINAK VÁLTOZTATÁSÁRA

### 4.1. 2. §. 18. mértékadó töltet ( $Q_f$ ):

A robbantások szeizmikus hatásának előzetes számításánál a mértékadó töltet, „ $Q_f$ ” a **8 ms-on** belül robbanó töltet tömege.

A robbantási terveknél minden töltet robbanási idejét ki kell számolni és akkor egyértelmű, hogy 8 ms-on belül milyen tömegű robbanóanyag robban.

### 4.2. Javaslat az ipari és bányászati robbantásokkal keltett rezgési sebességek megengedhető értékeire

Különböző objektumokra megengedhető rezgési sebességeket az alábbi táblázat szerint kell meghatározni.

Épületfajta	A maximális rezgési sebesség komponens, $v_i$ megengedett értékei, (mm/s)			
	Az épület alapjánál			A legfelső teljes szint földem síkjában
	$f < 10\text{Hz}$	$f = 10\text{-}50\text{ Hz}$	$f = 50\text{-}100\text{ Hz}$	Bármely frekvencián
Ipari és hasonló jellegű épületek	20	$15 + 0,5f$	$30 + 0,2f$	40
Lakó és hasonló jellegű épületek	5	$2,5 + 0,25f$	$10 + 0,1f$	15
Épületek, melyek különleges rezgés-érzékenységük miatt nemtartoznak az előző csoportokba és különösen fontos a védelmük. (Pl. műemlékek)	3	$1,75 + 0,125f$	$6 + 0,04f$	8
Statikailag bizonytalan, építési előírásoknak nem megfelelő épületek	Szakértői mérlegelés szerint			
100 Hz feletti frekvenciák esetén az irányérték még nagyobb is lehet, de a 100 Hz-hez tartozó értékeket kell figyelembe venni.				

4. számú ábra: A  $v_i$  rezgési sebesség komponensek megengedett irányértékei a rövid idejű vibrációs hatások megítéléséhez az MSZ13018:1991 és a DIN 4150-3 jelű szabvány szerint

*Abban az esetben, ha a keltett rezgések frekvenciájára vonatkozóan nincs mérési adat, akkor a tervezésnél az  $f < 10\text{ Hz}$  - nél megengedett rezgési sebességeket kell figyelembe venni.*

#### Indoklás:

Véleményünk szerint alkalmazni kellene a nemzetközi gyakorlatban és Európában is elfogadott DIN 4150-3 jelű szabvány, „módosított” változatát, mely azonos az MSZ 13018:1991 szabvány előírásaival. A különbség csak az, hogy a DIN 4150-3 használatával a frekvenciák ismeretében pontosan számíthatjuk a megengedett rezgési sebességeket. A műszergyártó cégek is a DIN 4150-3 szabvány megengedett értékeit építik be a kiértékelő szoftvereikbe.

Az 5. ábrán a NOMIS mini-Supergraphs műszerrel regisztrált szeizmogram látható. A 6. ábrán az INSTANTEL MINImate Plus szeizmométerrel végzett mérés adatait ábrázoltuk. A gyártócégek műszereikbe beépítették a DIN 4150-3 előírásainak megfelelő ábrát, amelyeken ábrázolják a mért rezgési sebesség-komponenseket.

A DIN 4150-3 módosított változata csak annyit jelent, hogy a rezgések frekvenciájának figyelembevételével – épület kategóriánként – pontosan számítani tudjuk a megengedhető rezgési

sebességek értékét. Az eredeti határértékeket nem változtattuk meg, csak javaslatunk szerint a frekvencia függvényében nem az ábráról kell leolvasni a megengedhető rezgési sebességek értékeit. A táblázat szerinti értékeket a régebbi demokráciákban határozták meg, tehát nálunk is jól alkalmazható lenne, sőt a MSZ13018:1991 és az ÁRBSZ is összhangba kerülne.

Version 32.6  
Executable Date: 03Oct2012

File: c:\SuperGraphics\TMP\Sample Data\8.NSZ

Norris Seismographs, Inc.

## SuperGraphics - Report

Telephone: (205)592-2488 x23

Company: AUSTIN POWDER HUNGARY

Unit #: 11373

2013.12.20. at 10:38:54 Event # 8

Location: PÁNCÉLHEGY GÁZVEZETÉK

Operator: FÖLDESI LÓRÁNT

Notes:

Record Duration: 5,0 sec  
Sample Rate: 1024/sec

Distance: 150 m Wgt. Per Delay: 55 kg Scaled Distance: 20,2

### Seismic

Gain: 2 Trigger: ,381 mm/s  $\nabla$  Vector Sum: 3,83 mm/s @ 16,52 Hz

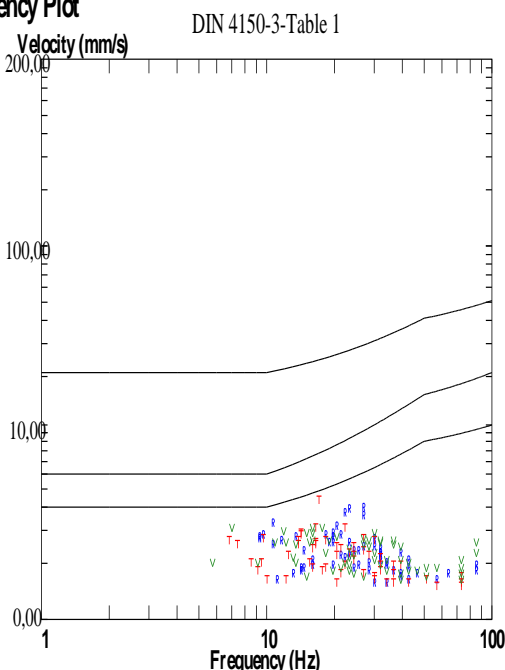
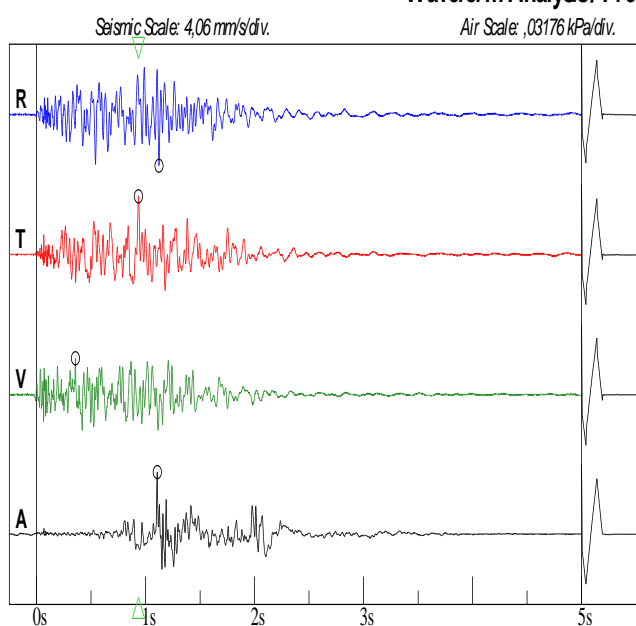
Channel	Radial	Transverse	Vertical
○ Velocity (mm/s)	2,985	3,366	2,096
Frequency (Hz)	26,90	17,00	7,00
Trigger >>> Peak	1123,0	934,6	356,4

### Air

Gain: 1 Air Trigger: N

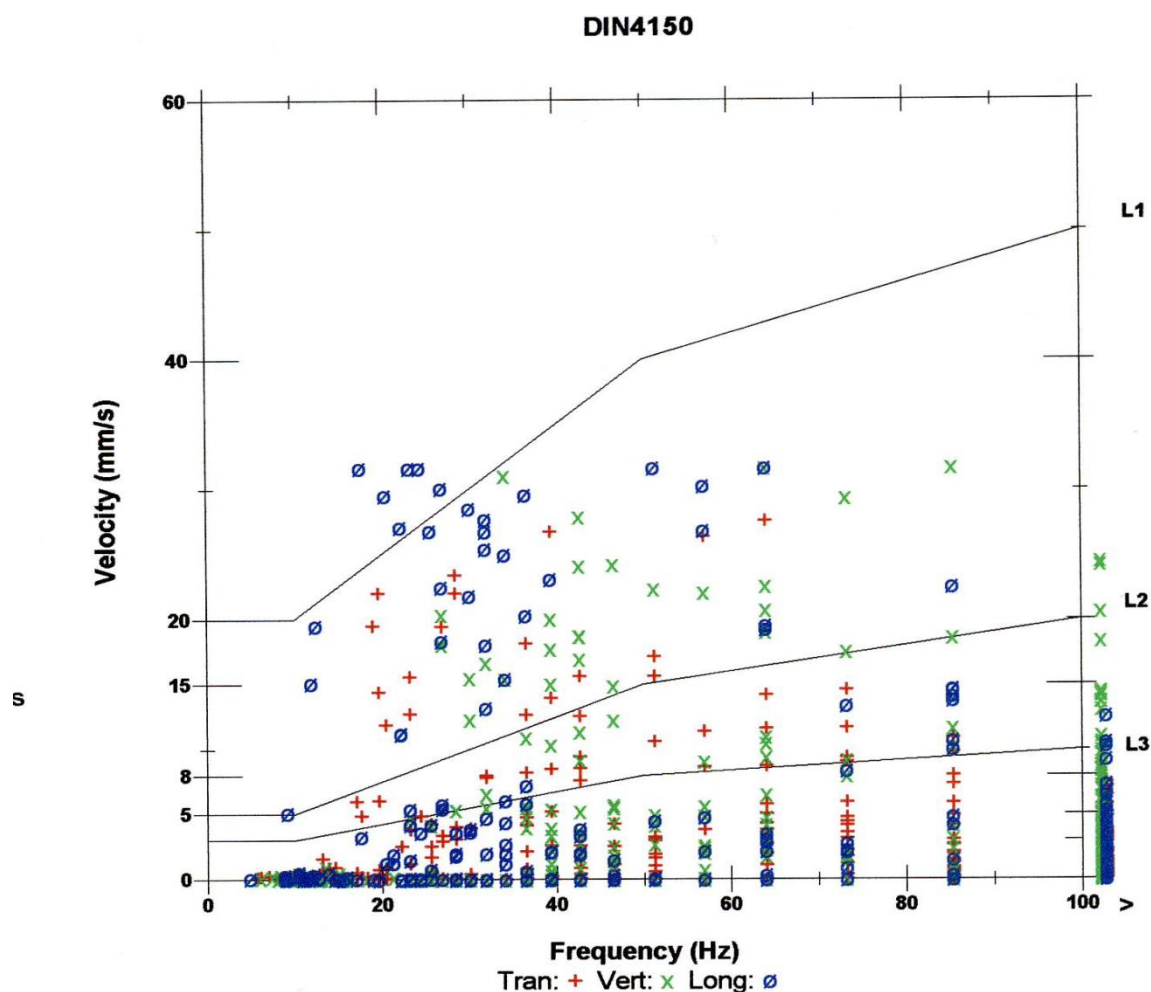
Measurement	Value	Trigger >>> Peak
		1107,4
kPa	,0285	
dBL	123,1	
Hz	10,2	

### Waveform Analysis/ Frequency Plot



5. számú ábra: Zempléncő Kft. Páncélhegyi kőbányájában végzett robbantás szeizmogramja (Sárospatak, 2013. december 20.)

Természetesen nem szabad elfeledkezni arról, hogy a rezgések frekvenciájának pontos meghatározása, csak mérésekkel lehetséges. Azok, akik a rezgések frekvenciájának figyelembevételével akarják a megengedhető rezgési sebességeket meghatározni, az első robbantásoknál mérni kell.



6. számú ábra: Az INSTANTEL MINImate Plus szeizmométerrel végzett mérés adatai (Románia Huta-Certeze, 2008.)

### 4.3. A várható rezgési sebesség értékének meghatározása:

A várható rezgési sebesség értékét az alábbi összefüggéssel kell meghatározni:

$$v_{\text{várható}} = k \sqrt{\frac{Q_f}{l}}, \text{ mm/s}$$

ahol:

- $Q_f$  – a mértékadó, 8 ms alatt felrobbantott töltet tömege, kg,
- $l$  – a robbantás és védendő objektum közötti távolság, m,
- a „k” tényező értékét, amely a védendő környezet jellemzőit, a robbanóanyag munkavégző képességét és a robbantás körülményeit is tartalmazza az alábbi összefüggéssel kell meghatározni:

$$k = \frac{160}{\sqrt{lg l}} \sqrt{\frac{\frac{1}{K_f r_k C_l} \left( \frac{1}{e^{d_{ly}/d_{ra}} - 1,71} \right) \left( \frac{1}{e^{d_{ly}/d_{ra}} - 1,71} \right)}{K_f r_k C_l}} \quad [2]$$

ahol:

- $\rho_{ra}$  – a robbanóanyag töltési sűrűsége a robbantólyukban,  $\text{kg/m}^3$ ,
- $\rho_k$  – a robbantott közet sűrűsége,  $\text{kg/m}^3$ ,
- $\varepsilon$  – az alkalmazott robbanóanyag fajlagos energiája,  $\text{MJ/kg}$ ,
- $d_{ly}$  – a robbantólyuk átmérője,  $\text{mm}$ ,
- $d_{ra}$  – a robbanóanyag átmérője a robbantólyukban,  $\text{mm}$ ,
- $D$  – a robbanóanyag detonációs sebessége,  $\text{m/s}$ ,
- $C_l$  – a rugalmas hullám terjedési sebessége a közetben,  $\text{m/s}$ ,
- $l$  – a robbantás és a védendő objektum közötti távolság,  $\text{m}$ ,
- $K_f$  – a robbantás környezetében lévő közetek szilárdságától függő tényező, melynek értékei:
  - vizes homok és kavics esetén: 0,11...0,13,
  - tömör alluviumoknál: 0,06...0,09,
  - kemény és tömör kőzeteknél: 0,01...0,03.

## 5. ÖSSZEFOGLALÁS

A bemutatott példák alapján egyértelmű, hogy a jelenleg érvényben lévő ÁRBSZ, szeizmikus rezgési sebesség várható értékének és a szeizmikus biztonsági távolság meghatározására ajánlott összefüggésében szereplő „k” tényező értéke nem jó, mert kisebb, mint a valóságos érték.

A regressziós úton meghatározott függvényeknél is van valamilyen nagyságú szórás, amely azt jelenti, hogy azok alkalmazásánál a mért sebességek  $\pm$  irányban szóródnak.

## FELHASZNÁLT IRODALOM, FORRÁS

1. Giorgio Berta: Explosives: an engineering tool. ITALESPLOSIVI – Milano 1990
2. Calvin J. Konya, Ph.D.: Blast Design. 1995. Intercontinentel Development Corporation, Montville, Ohio 44064, USA, ISBN 09649560-0-4
3. Stig O. Olofsson: Applied explosives technology for construction and mining, Nora Boktryckeri AB ISBN 91-7970-634-7
4. DETONET Kft. szeizmikus mérési adatai különböző hazai kőbányákban végzett nagyfűrőlyukas robbantásoknál. Kézirat 2013.
5. Dr. Földesi János: Javaslat az új ÁRBSZ előírásainak változtatására. 2012.
6. S.M.F. Hossiani/G.c. Sen: Iranian Journal of Science and Technology. Volum 30, Number B3, 2006.

7. A Vakond Kft. Gyöngyöstarján Füledugói kőbányájában végzett szeizmikus mérési eredményei 2005-2013 között.
8. DETONET Kft.: Duna-Dráva Cement Kft. Beremendi Gyár Nagyharsányi kőbányájában alkalmazott robbantástechnológia felülvizsgálata. Miskolc, 2008.
9. Böhm Szilvia: Robbantástechnológiai megoldások az erdőbényei kőbánya környezeti problémáinak csökkentésére. A Magyar Robbantástechnikai Egyesület, "Fúrás-Robbantástechnika 2008" Nemzetközi Konferencia kiadványa, Vác, 2008. szeptember 16-18.



Dr. Daruka Norbert<sup>1</sup>

## ROBBANÓANYAG-IPARI ALAPANYAGOK ÉS TERMÉKEK OSZTÁLYOZÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

### (THE OPPORTUNITIES OF THE CATEGORISATION OF EXPLOSIVE INDUSTRY STOCKS AND PRODUCTS)

*A robbanóanyagok és a robbantás évezredek óta fokozatosan fejlődött ki a pirotechnikából, vagyis a tűz alkalmazásának technikájából. Az idők folyamán jól elkülönültek a polgári robbanástechnikában, illetve a katonai műveletek során alkalmazott anyagok, ez a legtöbb szakirodalomban megfigyelhető. A két szakterület, sajátosságaikból adódóan, a különböző célok elérésére más-más robbanástechnikai tulajdonságokkal rendelkező robbanóanyagokat használt fel – természetesen a két területen, ha szűk intervallumban is, de vannak átfedések. A robbanóanyagok csoportosításának kérdésében is megfigyelhető a területi sajátosságokból eredő fontossági sorrend.*

**Kulcsszavak:** robbanóanyag, osztályozás, csoportosítás

*The explosives and the blast grew gradually through millennia from the pyrotechnics that is the technique of the application of the fire. The times separated in the civil explosion technique well on his river, substances applied concerned in the course of the military operations, this in most literature observable. The two specialties, his peculiarity, made use of different blast technique explosives at which characteristics are for the achievement of the different aims – of course on the two areas, if in a narrow interval, but there are overlaps. The order of importance deriving from the regional peculiarities is observable in the question of the grouping of the explosives.*

**Keywords:** explosive, categorization, grouping

## BEVEZETÉS

*„...a robbanóanyagot nem érdekli a diploma minősítése.  
„Öntörvényű” anyag.  
Ha betartod a szabályait, akkor a segítőtársad.  
Ha nem, akkor büntet.”<sup>2</sup>*

Lukács László

A robbanóanyagok rendeltetését tekintve megállapítható, hogy a szakirodalom jól elkülöníti a polgári robbanástechnikában, illetve katonai műveletek során alkalmazott anyagokat, bár egyes esetekben vannak átfedések a két területen alkalmazott robbanóanyagok között. A katonai műveletek során a romboló hatás és szélsőséges körülmények közötti alkalmazhatóság elérése mellett a kezelésbiztonság a fő követelmény. A polgári robbanástechnikában viszont a biztonsági előírások és az anyag kimagasló munkavégző képessége az irányadó. Az ipari robbanástechnikában elfogadott megfogalmazás szerint: a robbanóanyag folyékony vagy szil-

<sup>1</sup> MH 1. Honvéd Tűzszerész és Hadihajós Ezred, E-mail: daruka.norbi@gmail.com

<sup>2</sup> Lukács László: Aknahelyzet Horvátországban és Bosznia-Hercegovinában. Új Honvédségi Szemle, 1999/1., p. 37–49.

lárd halmazállapotú anyag (vegyület vagy keverék), amely megfelelő iniciálás hatására önfenntartó, hőfejlesztő, legalább 1000 m/s sebességű kémiai átalakulásra képes, és ennek során túlnyomó részben gáz-halmazállapotú bomlástermékek képződnek belőle.<sup>3</sup> Az ismertetett definíció, bár szabványban rögzített, a kor színvonalának megfelelő és a kémiai robbanás során végbemenő folyamatban meghatározó jelentőségű feltételeket a következő meghatározás összegzi. *Robbanóanyagnak az olyan gyakorlatilag hasznosítható vegyületeket (elegyeket, olvadékokat) nevezzük, amelyek a megfelelő kezdőgyújtás (aktiválási energia) hatására bekövetkező önfenntartó (exoterm) kémiai átalakulás (reakció) során, hirtelen (százezred másodperc alatt) magas hőmérsékletű és igen nagy nyomású, főleg gáztermékekké alakulnak át, melyek kiterjedésük közben rendkívül nagy teljesítményű munkát végeznek, és környezeti hatást váltanak ki.*<sup>4</sup>

A robbanóanyag átalakulása tehát egy kémiai reakció, egy nagyon gyors égési folyamat. Az égéshez pedig, ahogyan már elemi tanulmányainkban is megismertük, éghető anyagra és oxigénre van szükség. A robbanási folyamat reakciósebessége miatt a robbanóanyag az átalakulása során nem képes külső oxigén felvételére, ezért ezek az anyagok az égés összes elemét önmagukban tartalmazzák. Ez a tulajdonságuk különbözteti meg a robbanóanyagokat a tüzelő- és motorhajtó anyagok csoportjától. A kondenzált fázisú kémiai robbanás hatalmas romboló hatásának valóságos oka az, hogy az energia a robbanáskor rendkívül gyorsan, több tízszer gyorsabban szabadul fel, mint égéskor. Ez a reakció kívülről nem táplálható oxigénnel, ezért kell a kondenzált fázisú robbanóanyagoknak önmagukban hordozniuk az átalakulásukhoz szükséges oxigént. [1]

## A ROBBANÓANYAGOK CSOPORTOSÍTÁSA

A téma feldolgozásának tekintetében elengedhetetlenül szükséges a különböző tulajdonságú robbanóanyagok csoportosítása, mely az éppen szükséges prioritások figyelembevételével (felhasználási terület, vegyi érzékenység, összetétel, stb.) többféleképpen lehetséges.

ROBBANÓANYAGOK TÍPUSAI				
Toló hatású (Impulzív)	Inicializáló (Primer)	Brizáns		
		Alacsony hatóerejű	Közepes hatóerejű	Magas hatóerejű
A robbanás fő hatás- mechanizmusa az égés	Mechanikai és hőhatásokra érzékenyek, gyújtóeszközök lőszerelésére, brizáns anya- gok iniciálására	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> alapú robbanóanyagok, robbanóanyagok	Nitrotoluol származékok	
Lőporok	Durranóhigany /Hg(CNO) <sub>2</sub> /	ANDO	TNT	Hexogén /RDX/
	Ólom-azid /Pb(N <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> /		Plasztikus	Nitropenta

1. táblázat A robbanóanyagok csoportosítása<sup>5</sup>

<sup>3</sup> MSZ-14-05029:1988 Ipari robbanóanyagok általános műszaki előírásai.

<sup>4</sup> DR. Lukács László: Katonai robbantástechnika és környezetvédelem. Jegyzet a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem műszaki hallgatói számára, Budapest, 1997.

<sup>5</sup> Forrás: Nagy Róbert – Román Zsolt: „Robbantásos építményvédelem”. 5. fejezet, 5.2.1.4. Robbanóanyagok. TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások.

A katonai és polgári vonatkozásban használt valamennyi robbanóanyagot gyakorlati alkalmazásuk szerint a fenti módon csoportosíthatjuk.

A katonai robbantástechnikában a gyakorlati alkalmazás szerint történő osztályozás az elsődleges, mely szerint megkülönböztetjük:

- ☛ Az iniciáló (primer) robbanóanyagok olyan érzékeny robbanóanyagok, amelyek detonációját nemcsak a detonációs hullám, hanem egyéb energiaforrással, fizikai behatással (szúróláng, súrlódás, felmelegedés, ütés stb.) is ki lehet váltani. [2] Robbanásukkor kevés nagy térfogatú gáz keletkezik, ezért önmagukban nem alkalmazzák őket. Elsősorban a brizáns robbanóanyagok detonációjának előidézésében van fontos szerepük.
- ☛ A brizáns (szekunder) robbanóanyag robbanása normál körülmények között csak megfelelő erősségű lökéshullámmal – aktiválási energiával – (gyutacs vagy másik robbanóanyag-töltet robbanásának hatására) idézhető elő. [2] Viszonylag nagy a detonációs sebességük, és a robbanásuk során keletkező, jelentős mennyiségű gázképződés miatt az ipari és a katonai gyakorlatban is kiemelt jelentőséggel bírnak. Ezeket az anyagokat is többféle módon lehet osztályozni. Az egyik csoportosítás szerint megkülönböztünk egységes brizáns robbanóanyagokat (robbanóvegyületeket: ilyen a trotil, tetril, nitropenta, hexogén stb.) és keverék robbanóanyagokat. Utóbbi csoportba tartoznak az összes ammonsalétromos és dinamit típusú robbanóanyagok. A brizáns (szekunder) robbanóanyagokat egy másik, elterjedtebb csoportosítás szerint a következőképpen osztályozhatjuk:
  - Magas hatóerejű, úgynevezett nagy brizanciájú robbanóanyagok. Ide sorolhatóak: a hexogén, nitropenta, hexotol, pentritol, valamint a 60%-ot meghaladó nitroglicerín- vagy robbanóolaj-tartalmú<sup>6</sup> ipari robbanóanyagok.
  - Közepes hatóerejű, vagy normál brizanciájú robbanóanyagok. Ebbe a kategóriába sorolható: a TNT, az ammonsalétrommal kevert trotil (pl. AMATOL, AMMONAL), a dinitro-naftalinnal kevert trotil (K-2 olvadék)<sup>7</sup> és az ipari robbanóanyagok nagy része.
  - Alacsony hatóerejű robbanóanyagok. A csoport anyagait többnyire az ANDO-típusú, alumínium-nitrát alapanyagú, emulziós robbanóanyagok és robbanózagysok alkotják. [3][4]
- ☛ A ballisztikus (toló hatású) robbanóanyagok, vagy lőporok azt az anyagféleséget jelentik, melyeknek az égése igen gyors, szabályozott folyamatként zajlik le. Az égés bizonyos feltételek mellett detonációba is átmehet (fojtott feketelőpor), általános esetben viszont csak explodál. [3] Elsősorban lőfegyverekhez, lőpor-hajtóművek céljára, aknáknak kivető töltetként, valamint az ipari alkalmazásban speciális bányászati tevékenységekre (márványtáblák darabolására) használatosak.

<sup>6</sup> Általában 80% nitroglicerínből és 20% nitro-glikolból álló, olajszerű, színtelen vagy halványsárga színű, jellemzően csípős, édeskés ízű, folyékony robbanóanyag, amely a robbanóanyag-gyártás nélkülözhetetlen alapanyaga.

<sup>7</sup> Bővebben lásd: N. A. Silling: Robbanóanyagok és lőszerszerelés. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1955.

Az ipari robbantástechnikában elfogadott szakirodalom [2] szerint a homogén robbanóanyagok leggyakrabban alkalmazott felosztási módjai a következők:

- ☛ Halmazállapot szerinti csoportosítás, amely alapján megkülönböztetünk diszperz robbanórendszereket és kondenzált fázisú robbanóanyagokat. [3]
  - A diszperz robbanórendszerekhez azok a gázok, gőzök és ködök, valamint gáz-por keverékek tartoznak, amelyek adott feltételek mellett robbanásra képesek. Gyakorlati felhasználásuk csekély mértékű, és a házilagosan készített eszközök robbanóanyagaként még nem volt bizonyított egyetlen robbantásos merényletnél sem ilyen anyag alkalmazása, ezért részletesebb tárgyalásuktól eltekintek.
  - A kondenzált fázisú robbanóanyagokhoz a szilárd és a folyékony halmazállapotú robbanóanyagok tartoznak.
- ☛ Összetétel szerint történő csoportosítás, amely alapján megkülönböztetünk hőelvonással képződött vegyületeket, éghető anyag és oxigén vegyületeit, és éghető anyag és oxidáló anyag elegyeit (keverékeit). [2][3]
  - A hőelvonással képződött vegyületek (pl. ólomazid) robbanás közben elemeikre bomlanak szét, miközben a vegyületek képződéshője felszabadul.
  - Az éghető anyag és az oxigén vegyületéből álló robbanóanyagok (pl. hexogén, nitropenta) robbanásuk során a molekulában lévő oxigént használják fel a molekula oxidálható atomjainak oxidálására.
  - Az éghető anyag vagy anyagok és az oxidáló anyag elegyei (keverékei) azok a robbanóanyagok (pl. a feketelőpor), amelyeknél az égő anyag és az oxidáló anyag részeinek megfelelően finoman kell keveredniük, hogy a robbanási folyamat során megfelelő számú oxigénhordozó molekula kerüljön az égő elem molekulájához.
- ☛ Felhasználási terület szerint történő csoportosítás, amely megegyezik a fent említett katonai robbantástechnikánál ismertetett gyakorlati alkalmazás szerint történő csoportosítással, és kiegészül a pirotechnikai keverékek csoportjával. A pirotechnikai keverékek szerves és fémes égőanyagok és szervesetlen oxidálószerkei mechanikus keverékei, amelyeket cementáló adalékok rögzítenek. Fény-, hang-, hőhatás keltésére, ködfejlesztésre és az égési sebesség szabályozására használják. Átalakulásuk formája az égés. [2]
- ☛ Kezelésbiztonság szerint történő csoportosítás, amely elsősorban a polgári szakterületen elfogadott csoportosítási forma, mely a robbanóanyagok között azok ütéssel való iniciálásra való érzékenysége alapján tesz különbséget. Ebből adódóan megkülönböztethetők az érzékeny és a kezelésbiztos robbanóanyagok.
  - Kezelésbiztos robbanóanyagoknak azokat a robbanóanyagokat tekinthetjük, amelyeknek az MSZ EN 13631-4:2003 szabvány<sup>8</sup> alapján történő vizsgálattal megállapított ütési energiája nagyobb, mint 20 Joule.

<sup>8</sup> MSZ EN 13631-4:2003 szabvány: A robbanóanyagok ütésérzékenységének meghatározása.

- Érzékeny robbanóanyagok az említett felosztási módszer alapján azok a robbanóanyagok, melyek iniciálási értéke a vonatkozó szabvány előírásainak megfelelő vizsgálat alapján nem haladja meg a 20 Joule értéket.
- ☛ A nitrocsoport kapcsolódási módja szerint történő csoportosítás. [3] A csoportosítás értelemszerűen olyan robbanóanyagoknál alkalmazható, amelyek egy vagy több nitrocsoportot tartalmaznak. A kapcsolódás módja szerint megkülönböztetünk:
  - Nitrovegyületeket (C-nitrovegyületek), melyek közé azokat a vegyületeket soroljuk, melyekben a nitrocsoport ( $-\text{NO}_2$ ) közvetlenül a molekulában lévő szénatomhoz kapcsolódik.<sup>9</sup> További felosztásuk a kiindulómolekula szerkezetéből adódóan *aromás szénvegyületek nitroszármazékaira*, valamint *alifás szénvegyületek nitroszármazékaira* tagozódik. A gyakorlatban az aromás nitrovegyületeket használják, pl.: a toluol nitroszármazékai közül a legismertebb a 2,4,6-trinitro-toluol (trotil, TNT), vagy a gyártási folyamatoknál gyakran alkalmazott 2,2',4',6,6-hexanitro-stilbén (HNS). Az alifás szénvegyületek nitroszármazékait (pl. mono-, di-, tri- és teranitro-metán) leginkább rakétahajtó anyagként, vagy más robbanóanyagok előállításához alapanyagként használják. Aminok nitroszármazékai (N-nitrovegyületek), melyek közé azokat a robbanóanyagokat soroljuk, amelyekben a nitrocsoport az aminocsoport nitrogénjéhez kapcsolódik. További felosztást a nitrálendő molekula szerkezete alapján, az előzőekben is ismertetett módon tehetünk. Így megkülönböztetjük az *aromás aminok nitroszármazékait* (pl. 2,4,6-N-metil-nitro-analin, közismertebb nevén tetril), az *alifás aminok nitroszármazékait* (pl. N-dietanol-N-nitramin-dinitrát, vagyis DINAM) és a *heterociklusos aminok nitroszármazékait* (pl. 1,3,5-trinitro-1,3,5-triaza-ciklohexán, ismertebb nevén hexogén, és az 1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-tetraza-ciklooktán, vagyis oktogén).
  - Alkohol-nitrátok, vagy nitro-észterek (O-nitrovegyületek) közé azokat a robbanóanyagokat soroljuk, melyekben a nitrocsoport oxigénatomon keresztül kapcsolódik a molekulához. Az alkohol-nitrátok közül a legismertebb robbanóanyagok a nitroglicerín néven ismert glicerín-nitrát, vagy a másik, általában gyutacsokban alkalmazott robbanóanyag a pentaeritrit-tetranitrát,<sup>10</sup> ismertebb nevén nitropenta (TEN, PETN).

A homogén robbanóanyagok közé sorolhatóak a legmodernebb és meglehetősen speciális gyártási és feldolgozási technológiát igénylő robbanó polimerek. A rendelkezésre álló szakirodalom alapján és a világháló által elérhető információk szerint ezeket az anyagokat eddig nem alkalmazták sem robbanótestek tölteteként, sem terroristámadások során önálló robbanóanyagként. Figyelembe véve az előzőekben ismertetett csoportosítást, nagy bizonyossággal kijelenthető, hogy a robbanóanyag-ipari alapanyagok, melyek egy-egy terrorcselekmény során, vagy bűnös szándékkal történő felhasználás alkotórészeként előtérbe kerülhetnek, az előző osztályozás szerint besorolhatóak. Fontos azonban megemlíteni, hogy az ismertetett cso-

<sup>9</sup> Bővebben lásd: DR. Otto-Albrecht Neumüller: Römp Vegyészeti Kislexikon. Harmadik kötet, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983, p. 431–432., ISBN 963 10 4297 9.

<sup>10</sup> DR. Otto-Albrecht Neumüller: Römp Vegyészeti Kislexikon. Harmadik kötet, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983, ISBN 963 10 4297 9. p. 653.

portok elemeinek keverékei, elegyei is előfordulhatnak robbanóanyag-ipari termékekben (pl. aknáknál, aknavető gránátok keverék töltetei).

## ROBBANÓANYAGOK KEVERÉKEI (ELEGYEI)

A robbantás-technika történetében rendkívül sok kísérletet folytattak le és folytatnak napjainkban is a homogén robbanóanyagokkal kapcsolatosan, a különböző keverékek összetételének és/vagy keverési arányainak megállapítása céljából. A kísérleteket többnyire egyes robbanóanyagok előnyös tulajdonságai, vagy valamilyen kedvezőtlen jellemzőjének csökkentési célja motiválta. [3] „*indoka volt a különböző robbanóanyag-keverékek előállításának háborús időszakában az is, hogy az alap robbanóanyagként széles körben alkalmazott trotil gyártása alapanyaghiány, vagy a gyártáskapacitás korlátozottsága miatt behatárolt volt.*”<sup>11</sup>

A robbanóanyag-keverékek széles palettáján elsősorban a háború hatását és szükségmegoldások lehetőségét megragadva hozták létre a COMPOSITE B típusú robbanóanyag-keveréket, amely trotil, hexogén és viasz 36/63/1 keverékéből került előállításra, és elsősorban harcjármű elleni aknáknál (pl. VS–1.6<sup>12</sup> Olaszország, vagy M15<sup>13</sup> USA), vagy bombáknál alkalmazták az eszköz fő tölteteként.

A keverék robbanóanyagok előállíthatóságának lehetőségei végtelen variációs lehetőséget rejtenek magukban, és csak néhány, a keverékek előállításánál betartandó szabályt kell figyelembe venni. A teljesség igénye nélkül ilyen szabályok például:

- a keverék robbanóanyag más anyaggal, robbanó-, vagy inert anyaggal (anyagokkal) való kémiai összeférhetősége;
- az előállított robbanóanyag fizikai és kémiai stabilitása nem csökkenhet;
- a kevert robbanóanyag robbantástechnikai tulajdonságainak lehetőség szerint javulniuk kell, de legalábbis nem romolhatnak számottevően;
- öntéssel történő további feldolgozásra szánt kevert robbanóanyag bármely robbanóképesség alkotójának elpuffanási hőmérséklete nem lehet alacsonyabb, mint a másik alkotórész olvadáspontja;
- nem célszerű olyan kevert robbanóanyagot előállítani, ahol a keverék egyik alkotórésze a másik alkotórész kémiai bomlását katalitikus úton gyorsítja. [3]

Az eddig előállított és részben jelenleg is használt kevert robbanóanyagokat két alapvető csoportba sorolhatjuk, egyrészt a 2,4,6-trinitro-toluolt tartalmazó, másrészt az említett típusú trotilt nem tartalmazó keverékek csoportjába. Napjainkban már léteznek olyan szoftverek, melyek segítségével, ha csak virtuális módon is, de keverékeket hozhatunk létre. Ilyen szoftver az OMZ gyártó által készített és forgalmazott EXPLO5,<sup>14</sup> melynek használatával összeállíthatunk végtelen mennyiségű keveréket, csak azt kell megadnunk kiindulási információként,

<sup>11</sup> Forrás: Tóth József – Dr. Lukács László – Volszky Géza: *Akna kisenciklopédia*. Kiadta a Tudásmenedzsment, Tudás Alapú Technológiákért Alapítvány. p. 281., ISBN 978–963–08–5522–8.

<sup>12</sup> Bővebben lásd: <http://ordatamines.maic.jmu.edu/images/H3065F01.jpg>.

<sup>13</sup> Bővebben lásd: <http://www.lexpev.nl/minesandcharges/americas/unitedstates/m15at.html>.

<sup>14</sup> Az EXPLO5 egy olyan termokémiai számításokat kezelő program, amely kiszámolja a robbanóanyagok, hajtóanyagok, lőporok, pirotechnikai keverékek égési termokémiai jellemzőit a teoretikus sűrűségük, kémiai összetételük, képződés hőjük alapján. Bővebben lásd: <http://ozm.cz/en/explo5-software/>.

hogy milyen anyagokat milyen %-ban kívánunk összekeverni, és a program megmondja, hogy mindez lehetséges-e, és ha igen, akkor a keletkezett terméknek milyenek lesznek a robbantástechnikai paraméterei.

## IPARI ÉS KATONAI ROBBANÓANYAG-ALAPANYAGOK ÉS TERMÉKEK

Az ipari körülmények között történő robbanóanyag-előállítás széles spektrumú és robbantástechnikai tulajdonságokban is nagy eltéréseket prezentáló anyagokat foglal magában. Ebben a témakörben röviden össze kívánom foglalni azokat a robbanóanyagokat, melyeket már alkalmaztak, vagy alkalmazni kívántak egy-egy robbanóanyaggal elkövetett terrorcselekmény kapcsán. A témában jártas szakemberek számára ezek az anyagok már ismertek, egyesek talán nap mint nap ilyen robbanóanyagok alkalmazásával látják el feladataikat. Ezek a robbanóanyagok tehát a mai napig használatban vannak, akár önállóan, akár egy új robbanóanyag alkotórészeként,<sup>15</sup> a katonai és az ipari gyakorlatban egyaránt.

### Lőporok

A lőporok olyan toló hatású robbanóanyagok,<sup>16</sup> amelyeknek jellemző tulajdonsága, hogy stabil és gyors az égésük, és ez a folyamat nem megy át detonációba. A robbanás céljára használt lőporokat (szemcsézett feketelőpor) robbantópornak is nevezik, és általában bányászati tevékenységek munkálatainál alkalmazzák. A feketelőpor romboló hatása nem olyan nagy, mint a többi robbanóanyagé, úgy is fogalmazhatnánk, hogy az égése (égési sebessége kb. 400 m/s) erőteljesebb, így kötőmböket lehet vele egyben leválasztani. A lőporok esetében fontos, hogy az égési folyamat szabályozottan menjen végbe, amit a lőporok fizikai szerkezetével és összetételével lehet a megfelelő tulajdonságúra beállítani. A lőporokat alakjuk, méretük és összetételük szerint osztályozhatjuk. A szakdolgozat témáját tekintve az összetétel szerinti csoportosítás számunkra az irányadó. Összetétel szerint megkülönböztetjük az előzőekben is említett feketelőport, az oldószeres és az oldószer nélküli lőporokat, utóbbiakat füst nélküli lőpornak is nevezik.

- A **feketelőpor**, robbantópor összetételét tekintve kálium-nitrát ( $\text{KNO}_3$ ), kén (S) és fa-szén (kutya-benge) megfelelő keverékéből áll. Három jól működő változata ismert, ezek keverési arányai a következők: 75/10/15 (%); 70/14/16 (%), 65/15/20 (%). Az anyagok felületét minden esetben grafitozással védik a felületi feltöltődéstől.
- Az **oldószeres lőporok** (NC-lőporok), egykomponensű lőporok, illetve gyalogsági lőporok fő alkotórésze a piroxilin, vagy ismertebb nevén cellulóz-nitrát. Adalékanyagként tartalmaznak még stabilizáló szereket (pl. difenil-amin), flegmatizáló és lágyító szereket (pl. dibutil-ftalát, centralit, DNT), lángcsökkentő anyagokat (pl. kálium-

<sup>15</sup> A speciális feladatok végrehajtásához új robbanóanyagokat fejlesztenek, de ezek – főleg magas költségvonzatuk következtében – nem kerülnek széles körű felhasználásra. Bővebben lásd, Dr. Kovács Zoltán: *Robbanóanyagok a katonai gyakorlatban*. Előadás a Magyar Robbantástechnikai Egyesület „Fűrés-robantástechnika 2008” Nemzetközi Konferenciáján, Vác, 2008. szeptember 16–18. (megjelent a konferencia kiadványában, Robbantástechnika 30. szám, 43–47. o.)

<sup>16</sup> Winnacker–Küchler szerint (Kémiai technológia. 1–2. kötet, Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1963, p. 710.) a robbantószerkezetek mellett az indító-robbantószerkezetek, lőporok (puskapor és füstszegény lőpor) és a pirotechnikai készítmények is a robbanó- (explozív) anyagok közé tartoznak.

oxalát) és csúsztató, illetve feltöltődést gátló anyagokat (pl. grafit). [5] Elsősorban kézi lőfegyverek, nehézfegyverek és vadászfegyverek töltényeinek hajtóanyagaként használják.

- Az **oldószer nélküli lőporok** (NG-s lőporok) szokás még többkomponensű lőpornak és ballisztikus lőpornak is nevezni, de régebbi kiadványokban tűzérési lőporként is emlegetik. Az említett lőpor egyik energiát adó anyaga a nitro-cellulóz, a másik, energiát biztosító és egyben zselatináló anyag, amely a gyártás után is a lőporban marad, a nitroglicerín és a dinitro-toluol. Ez a lőpor is tartalmaz még stabilizáló szereket (pl. centralit, akardit, magnézium-oxid), flegmatizáló anyagot (pl. dibutil-ftalát), kenőanyagot (pl. zselatin, sztearin) és lángcsökkentőket. Az oldószer nélküli lőporok nedvességtartalma kevésbé érzékeny a levegő nedvességtartalmára, mint az oldószeres lőporoké, így hosszabb ideig is eltárolhatók minőségi romlás nélkül. [4]

A bűnös szándékú felhasználás tekintetében nincs sok példa arra, hogy merényletet kívántak volna végrehajtani csupán lőporok alkalmazásával. Arra azonban volt példa, hogy katonai robbanótesteket, illetve az azokból kinyert robbanóanyagot úgy próbálták meg elműködtetni, hogy kézi fegyverek lőszeréből kinyert lőporokat öntöttek össze, és ezt próbálták meg egy éghető folyadékkal átitatott zsinór segítségével közvetlen tűzgyújtással működésbe hozni. Szerencsére az említett esetről, mivel a zsinór végigégett, valószínűleg a lőpor nedvességtartalma növekedett meg, és így az nem gyulladt meg, de a merénylet(k) elképzelése azért elgondolkodtató.

### **Iniciáló vegyületek, robbanóanyagok**

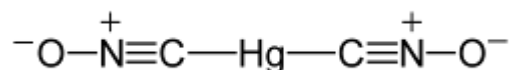
Iniciáló robbanóanyagok (primer robbanóanyagok) közé soroljuk azokat az anyagokat, amelyek külső behatásokra rendkívül érzékenyek, robbantásukhoz kis energiaimpulzus (dörzsölés, ütés, szikra, láng) szükséges. Ezek az anyagok főképp endoterm képződéshőjű vegyületek, melyek robbanási átalakulási sebessége rendkívül rövid idő alatt gyorsul fel a detonációsebesség eléréséig, és kis mennyiségben is képesek robbanásukkal más robbanóanyagokat detonációra bírni. [4] Ezek az anyagok – elsősorban költségvonzatuk következtében – önmagukban nem használhatók fel robbantási feladatok végrehajtására, többnyire gyutacsokban, indítótöltetek primer robbanóanyagaként kerülnek forgalomba.

A robbantásos merényleteket követően végrehajtott helyszínelési eljárásrendekben külön eljárásmodok vonatkoznak a robbanószerkezet indítómechanizmusának megállapítására. A helyszínelést követő nyomozati eljárás során az indítóegységekben alkalmazott robbanóanyagokból és az alkalmazott indító kialakításából az elkövető(k) azonosítása könnyebben kivitelezhető. A robbantásos cselekményeket követő helyszínelési munkálatokat katonai vonatkozásban a Fegyveres Támadást Helyszínelő Csoport (WIT – Weapon Intelligence Team) tagjai végzik, és a teljes vizsgálati folyamat végrehajtása a hatáskörükbe tartozik. A helyszínelő csoport tagjai megtanulják a merényletek helyszínén történő mozgásmódokat, nyomrögzítő technikákat és a helyszínelési feladatok ellátásához szükséges speciális nyomozási tevékenységeket, folyamatokat.

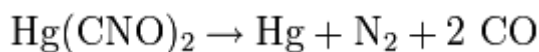
A **durranóhigany** ( $\text{Hg}(\text{CNO})_2$ ), más néven higany-fulminát, vagy pontosabban higany(II)-fulminát, fehér, világosbarna vagy barnásszürke színű, kristályos, többnyire apró szemű, ho-



mokhoz hasonló, enyhén csillogó, mérgező anyag. Nem nedvszívó, de nedvesség hatására robbantástechnikai tulajdonságai jelentősen romlanak. Szobahőmérsékleten korlátlan ideig tárolható robbanóanyag, amely 60 °C fölött tárolva elveszíti iniciáló képességét, és úgynevezett pirofulmináttá alakul át. Az erős fény hatására bomlási folyamata megindulhat. Száraz állapotban a fémekkel nem lép reakcióba, rézből vagy rézötövezetből készült hüvelyekbe akár 20 évig szavatolható gyártmányokhoz is alkalmazható. Alumíniumhüvelyben történő alkalmazása szigorúan tilos, mert nedvesség hatására az alumíniummal heves reakcióba lép. [5]

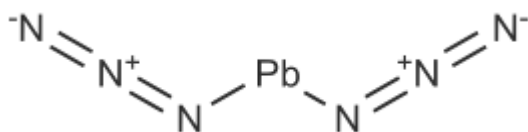


Kémiai állandósága, valamint dörzsöléssel, ütéssel, szúrással és lánggal szembeni érzékenysége folytán gyutacsok, csappantyúk és robbanózsínórok gyártásánál gyakran használt robbanóanyag. A durranóhigany nagyon érzékeny, ütés vagy melegítés hatására hevesen robban. A robbanás során nitrogénre, szén-monoxidra és elemi állapotú higanyra bomlik, ez a tulajdonsága megkönnyíti felderíthetőségét.



A durranóhigany egyik hátránya, hogy „megfelelő minőségű, szennyeződésmentes, térfogatosan jól tölthető termék csak számos technikai tényező egyidejű kézbentartásával állítható elő...”<sup>17</sup> További hátrányos tulajdonsága, hogy detonációsebessége egy bizonyos fokig fokozható, de a megengedettnél nagyobb présnyomás hatására (kb. 600 kp/cm<sup>2</sup>) túlpréselt állapotba kerül és a szokásos indítóimpulzussal iniciálhatatlanná válik. Az előzőekben felsorolt hátrányos tulajdonságai és magas előállítási költsége is közrejátszott abban, hogy az ipari gyutacsokhoz való felhasználás területéről az ólom-azid kiszorította. Pozitív tulajdonságainak köszönhetően a katonai indítómechanizmusok máig meghatározó alapanyaga.

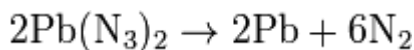
Az **ólom-azid**<sup>18</sup> (Pb(N<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) fehér vagy rózsaszínű, kristályos szerkezetű, mérgező por. Száraz állapotban szobahőmérsékleten (nedvesség és szén-dioxid hiányában) korlátlan ideig tárolható.



Száraz körülmények között a fémekkel nem reagál, de nedvesség hatására a levegő szén-dioxid tartalmának felhasználásával a felületén bomlik, és a keletkező azoimidsav a legtöbb fémrel reagálva fém-azidot képez. Az előzőekből adódóan rézhüvelybe csak réz-azidképződést gátló adalékanyaggal keverve, vagy lakkozott (sellak, aszfaltlakk) rézhüvelyben alkalmazható, szinte minden esetben alumínium hüvelyben kerül forgalomba. Nedvesség hatására sem veszíti el robbanó tulajdonságát, robbanóképességét még 30% víztartalom sem szünteti meg. Nagyon érzékeny anyag, ütés vagy melegítés hatására hevesen robban. A robbanás során elemi állapotú nitrogénre és ólomra bomlik, így jelenléte könnyen kimutatható.

<sup>17</sup> Benedek Dénes – Bohus Géza – Ernei László – Horváth László – Kirschner József – Tárkányi László: *A robbantómester*; Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1976, p. 74.

<sup>18</sup> Az ólom-azid gyártásával kapcsolatos előírásokat az MSZ 8594:1959 Ipari robbanóanyagok – Ólom-azid; szabvány rögzíti.



Előnyös tulajdonsága, hogy nem lehet túlpréselni, magas elpuffanásponjtja és hőstabilitása hőálló iniciáló eszközök gyártására is alkalmassá teszi. Hátrányos tulajdonságai közé tartozik, hogy lánggal szemben eléggé érzéketlen, nehezen gyullad,<sup>19</sup> továbbá kissé nedvszívó, melynek hatására szén-dioxid jelenlétében bomlik. Bomlás hatására túlérzékeny fém-azidokat képez, ebből adódóan kezelésbiztossága romlik. Önmagában nem alkalmazzák, általában tricináttal keverve gyutacsok előállításánál kerül felhasználásra. [6] Többnyire keverék robbanóanyagok összetevője, így javították mechanikai behatások iránti érzékenységét, stabilitását pedig kémiai stabilizátorokkal fokozták.

Az *ólomsztifnát*<sup>20</sup> ( $\text{C}_6\text{H}(\text{NO}_2)_3\text{O}_2\text{Pb}\cdot\text{H}_2\text{O}$ ), ólom-trinitro-rezorcinát, vagy tricinát barna színű, apró kristályos anyag, mely szobahőmérsékleten korlátlan ideig tárolható. Nedvszívó képessége jelentéktelen, fémekkel nem lép reakcióba, így minden fémburkolatban alkalmazható. Gyutacsokban az ólom-aziddal keverve használják, mivel védi azt az előbbieken említett bomlástól. Az ólomsztifnát valamennyi szokásos indítóimpulzusra érzékeny, lángérzékenysége kiemelten nagy. Mivel szabad szemmel nem látható elektrosztatikus kisülés is képes beindítani, akár nedves állapotban is, a gyártás során a védőföldelés kiemelten fontos. Hazai gyártását még a robbanóanyag-ipar sajnálatos leépülése előtt, az elektrosztatikus kisüléssel kapcsolatba hozható gyakori robbanások miatt megszüntették. [6]

### Brizáns vegyületek, robbanóanyagok

A brizáns, vagy szekunder robbanóanyagok mechanikai és hő hatására kevésbé érzékenyek, ezért biztonságosan kezelhetők. Energiatartalmuk a robbanásuk során képződő nagy gázmennyiség és a fejlődő magas hőmérséklet következtében nagy. Bár detonációsebességük nem fejlődik olyan gyorsan, mint az iniciáló vegyületeknél, nagynak nevezhető. A katonai és a polgári robbantástechnika munkálatai során is többnyire brizáns robbanóanyagból álló tölteteket alkalmaznak.

#### – Magas hatóerejű robbanóanyagok

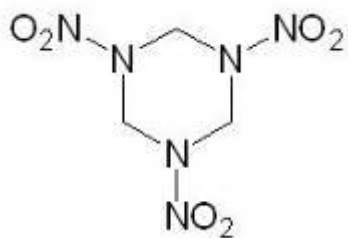
A *hexogén*, amely  $\text{RDX}$ <sup>21</sup>-ként is ismert, kémiai nevén 1,3,5-trinitro-1,3,5-triaza-ciklohexán,<sup>22</sup> tiszta állapotban fehér, kristályos anyag. Szobahőmérsékleten nagyon stabil, könnyen tárolható, viszonylag érzéketlen anyag. Láng hatására nyílt levegőn erős fény kíséretében robbanás nélkül elég, bár gyors melegítés hatására – nagyobb anyagmennyiség hevítése esetén – felrobbanhat. Olvadáspontját elérve füstképződés közben bomlani kezd, majd 230 °C körüli hőmérsékleten meggyullad, és robbanás, elpuffanás nélkül erős fűvőláng jelenlétében elég. [6]

<sup>19</sup> A gyulladási hőmérséklete magasan 300 °C felett van, és rövid nyílt lánggal nehéz begyújtani. A gyutacsokba ezért 5–10%-ban könnyen gyulladó vegyületekkel keverik.

<sup>20</sup> Az ólomsztifnát gyártásával kapcsolatos előírásokat az MSZ 11616:1963 Ipari robbanóanyagok – Tricinát szabvány rögzíti.

<sup>21</sup> Angliában Royal Demolition eXplosive, az USA-ban és Kanadában Research Department eXplosive, Olaszországban T4 néven ismerik a kémiai nevében lévő T betűk darabszáma alapján, de Cyclonitként is forgalmazzák.

<sup>22</sup> A német Hans Henning 1899-ben, gyógyszerkutatás során fedezi fel, de robbanóanyagként csak 1920-ban szabadalmaztatja az ugyancsak német E. von Herz. Tömeges felhasználására a II. világháborúban került sor.



Igen magas előállítási költsége miatt önmagában ritkábban használják, többnyire robbanóanyag-keverékekben,<sup>23</sup> illetve gyutacsokban mint szekunder töltetet alkalmazzák. Az egyik legfontosabb katonai robbanóanyag a világon. Flegmatizálására kémiai stabilitása miatt általában nincs szükség, viasszerű adalékok hozzákeverésével csökkenthető a robbanóanyag mechanikai érzékenysége.

Legegyszerűbben hexametilén-tetraminból állítható elő 90%-nál töményebb salétromsav<sup>24</sup> hozzáadásával, majd a reakcióelegyből vizes hígítással nyerhető ki a hexogén.



A hexogént robbanózsínórok gyártásához, hőálló gyutacsok gyártásánál szekunder töltetként, az olajiparban alkalmazott perforátorok kumulatív töltetként használják, illetve különleges robbantási feladatok ellátásához préstestek formájában kerül felhasználásra. Mivel a katonai robbanóttestekben töltetként történő alkalmazása jelentős mértékű, a robbanóanyag bűnös célú felhasználása is gyakran megfigyelhető. A katonai eszközöket általában önmagukban használják fel a merénylők, de akadnak olyanok is, akik a nagyméretű eszközökből – általában a könnyebb szállítási lehetőség miatt – kiszedik, kikaparják a robbanóanyagot. Ezt azért tartom fontosnak megemlíteni, mert a hexogén erősen mérgező robbanóanyag, és közvetlen érintkezés hatására maradandó elváltozásokat okoz a közvetlenül érintkező szövetekkel, így könnyebb felismerni az anyaggal esetleg bűnös szándékkal kapcsolatba kerülő személyeket.

A **hexotol**, vagy ciklotol egy keverék robbanóanyag (RDX–TNT keverékek), a trotil és a hexogén elegye, melyet ömlesztett trotil és hexogén vizes közegben történő granulálásával állítanak elő. A gyakorlatban alkalmazott elegyek keverési aránya trotil/hexogén (%) 40/60; 35/65; 30/70; 25/75. [7] A szakirodalom szerint egyes keverékek paraffint is tartalmaznak, így a keverési arány trotil/hexogén/paraffin (%) 20/78,5/1,5. „Az ilyen elegyek 80 °C körüli hőmérsékleten megolvashatók, s így öntéssel is szerelhetők, emellett kevésbé érzékenyek, mint a hexogén, és jelentősen nagyobb hatásúak a trotilnál. Ezeket a préstesteket különféle detonátorok, valamint speciális préstestek gyártásához használják fel.”<sup>25</sup>

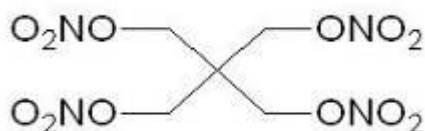
A RDX–TNT keverék anyagokat repeszbombák és más nagyméretű robbanóttestek töltésére használták. A mélyvízi bombák fő töltete a DBX (Depth Bomb eXplosive), a mélyvízi bombák, torpedók, rakéták harci részét töltik a HBX–1 (Hight Brissance eXplosive) robbanóanyaggal (40% RDX, 38% TNT). Gyújtószerkezetek, víz alatti robbantások harci töltete a HBX–3, másként TORPEX (31% RDX, 29% TNT). Harckocsiaknában alkalmazzák és az egyik legjobb légi robbantásokhoz alkalmazandó robbanóanyagként ismert a HBX–6, másként H–6 (45% RDX, 30% TNT) keveréke. Nagy hatóerejű töltetekben használják a HTA–349 robbanóanyagot (49% RDX, 29% TNT). [1]

<sup>23</sup> Ilyen keverék például a Hexotol (TNT-vel), a Torpex (TNT-vel és Al-porral), a Semtex (plasztifikáló anyagokkal és színezékekkel), valamint a Composition 4, vagy közismertebb nevén C4 (plasztifikáló anyagokkal). Emellett hexogén alapú a nukleáris fegyverek primer (kémiai) robbanótöltete is.

<sup>24</sup> A 90%-osnál hígabb salétromsav elbontja a hexametilén-tetramint, és nem képez belőle hexogént.

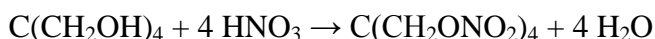
<sup>25</sup> Forrás: Garami – Jantos – Lovász – Maljucskova – Maróthy – Virágh: *Hazai gyártású és felhasználású robbanóanyagok*. Nehézipari Minisztérium Továbbképző Központ, Első kötet, Esztergom-kertváros, 1976, Törzsszám: 76.208 NIM TK. pp. 45–46.

A **nitropenta**, pentaeritrit-tetranitrát<sup>26</sup>  $C(CH_2-ONO_2)_4$ , vagy más néven PETN, pentrit egy robbanó salétromsav-észter, amelyet széles körben használnak a robbantástechnika minden területén. Tiszta állapotban fehér, kristályos, porszerű anyag, amely viszonylag könnyen tárolható, ugyanakkor ez az egyik legbrizánsabb, használatban lévő robbanóanyag. Vízben gyakorlatilag nem oldódik, nedvesség jelenlétében robbanótulajdonságait nem veszíti el. Alkoholban, éterben, benzolban rosszul, acetonban és metil-acetátban jól oldódik. A gyakorlatban felhasználható kristályos robbanóanyagok közül a legerélyesebb és legbrizánsabb, többnyire plasztifikált robbanószerkezetekben, kis kaliberű lőszerkezetekben, gyutacsokban és robbanózsínórokban alkalmazzák.



Detonátorokban szekunder töltetként kerül felhasználásra. Alacsony vérnyomás<sup>27</sup> és a bőrfelület enyhe elszíneződése a robbanóanyaggal történő közvetlen érintkezésre.

Előállítás két úton történhet: pentaeritritből – ami a formaldehid és az acetaldehid kondenzációs terméke – nitrálással koncentrált salétromsavval, vagy kénsavval észterezik, és második lépésben salétromsavval átészterezik, vagy tömény salétromsav és tömény kénsav elegyével (nitrálsav) közvetlenül képzik a salétromsav-észtert:



A teljesen savmentesített végtermék stabil, de ha savnyomok maradnak benne, instabillá válik. Ez esetben bomlása robbanásig is fajulhat. [8] Vékony rétegben kiterítve egyenletesen ég, vastagabb rétegben és részben fojtva (pl.: égetővályúba kiterítve) az égés robbanásba megy át.<sup>28</sup> A nitropentát mechanikai érzékenysége csökkenése érdekében flegmatizálják (2–12%) paraffinnal vagy montánviasszal. Az így kapott anyagot a könnyebb felismerhetőség érdekében általában rózsaszínűre festik, Szudán-vörös festék hozzáadásával. [6] A flegmatizált nitropenta jól sajtolható, de magas olvadáspontja miatt öntéssel nem szerelhető.

A robbanóanyag egyik negatív tulajdonsága, hogy hajlamos elektrosztatikus feltöltődésre, ezért egyrészt antisztatikummal kell kezelni, másrészt a gyártás és a feldolgozás során az anyaggal közvetlenül érintkező berendezéseket gondosan földelni kell, és be kell tartani a sztatikus feltöltődés elleni védelem előírásait.

#### – *Közepes hatóerejű robbanóanyagok*

A **trinitrotoluol** egy kémiai vegyületcsoport, amely összesen hat konstitúciós izomert takar. Ezek közül a 2,4,6-trinitrotoluol (más néven TNT vagy trotil) a legjelentősebb hadi és ipari célú robbanóanyag, amelynek robbanóhatását értékmérőnek használják a robbanás erejének meghatározásához a kémiai és a nukleáris robbanás tekintetében is.

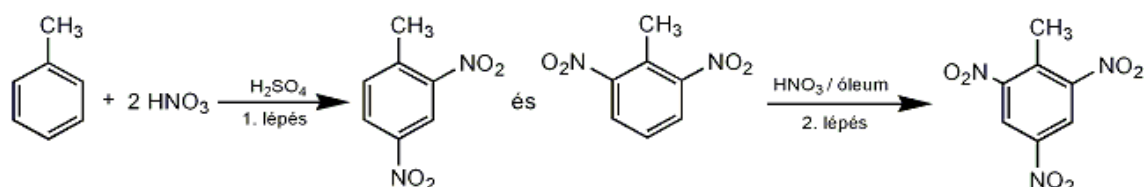
<sup>26</sup> A nitropentátot elsőként Tollens és Wiegand állították elő pentaeritrit nitrálásával, 1891-ben. 1912-ben, miután szabadalmaztatták, Németországban megkezdtek nagyüzemi gyártását.

<sup>27</sup> A nitroglicerinhoz hasonlóan a nitropenta is hatékony értágító gyógyszer, amelyet bizonyos szívpanaszokra alkalmaznak egészen kis mennyiségben.

<sup>28</sup> 1967-ben Nagytétényben nitropenta égetéssel történő megsemmisítése közben következett be ilyen robbanás, személyi sérülés nem történt, az anyagi kár jelentős volt.

A nagy tisztaságú trotil halványsárga, sárgásbarna színű, levegőn lassan barnuló, kristályos vegyület, melynek ütés-, hő- és dörzsérzékenysége igen alacsony. Szabad levegőn meggyújtva viszonylag nagy mennyiségben is kormozó lánggal ég el, anélkül hogy felrobbanna. Vízben gyakorlatilag nem oldódik, alkoholban és éterben kevésbé, azonban szerves oldószerek – aceton, metilén-klorid és benzol – kiválóan oldják. Por alakban vagy préselt állapotban csak erős gyutaccsal, míg öntött állapotban detonátorral indítva detonál. Széles körű alkalmazhatóságának egyik kimagasló tulajdonsága, hogy robbanóképességét víz alatt sem veszíti el, és mind öntött, mind préselt formában – robbanásveszély nélkül – forgácsolható. [9][10]

A trotilt az iparban két lépésben lehet előállítani. Első lépésként a toluolt kénsav és salétromsav (nitráló elegy) keverékkel reagáltatják. Ekkor képződnek a toluol mono- és dinitrált származékai. A második lépésként a még nyers, köztes terméket tovább nitrálják, lényegesen erőlyesebb körülmények között, óleum és salétromsav elegyével, majd a keletkező hulladéksavat visszavezetik az első lépés adalékanyagaihoz. [11]



A trotil erősen mérgező (toxikus) vegyület. Bőrrel való érintkezéskor sárgás elszíneződés<sup>29</sup> és erős irritáció léphet fel. Hosszú idejű expozíció esetén vérszegénység, elégtelen májfunkció, lépmeagnagyobbodás és egyéb immunrendszeri károk alakulnak ki.<sup>30</sup> [12] A trotil szervezetbe történő bekerülésekor a vizelet piros árnyalatúvá válik, amit annak metabolitjai okoznak, és nem a vér, mint azt korábban hitték.

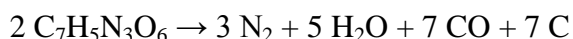
Más robbanóanyagoknál is említésre került a bűnös célú felhasználás lehetősége és ezzel kapcsolatosan az elkövetők azonosításának módszerei, lehetőségei. Mivel a trotilal kapcsolatban ismertetésre került, hogy közvetlen érintkezés hatására elszínezi a bőrfelületet – szembe dörzsölve a szemgolyót –, az anyaggal való kapcsolat könnyen felismerhető, és ez a vizeletmin-tával igazolható. Afganisztánban az említett módon már volt sikeres azonosítás, és a nyomozati munka során megerősítést nyert, hogy az elkövető(k) egy föld alatti, robbanótesteket tartalmazó raktárból jutottak robbanóanyag(ok)hoz, és azt műanyag kannákba töltve, más, repeszként felhasználható anyagokkal vegyítve próbálták házilagosan készített robbanószerkezet(ek)ként felhasználni.

A trotilt jó kezelhetősége és robbanásfizikai tulajdonságai miatt gyakran alkalmazzák robbanóanyag-keverékek meghatározó vagy mellékanyagaként. A magas hatóerejű robbanóanyagokkal kapcsolatos jellemző keverékeit az előzőekben ismertettem. Jellemző azonban többnyire ammónium-nitráttal történő különböző arányú keverékek kialakítása is, melyek tulajdonságaikat figyelembe véve szintén a közepes hatóerejű robbanóanyagok közé sorolhatóak.

<sup>29</sup> A bőr sárgás elszíneződését a trotilt szennyező anyagoknak (pl.: tetranitrometán, dinitrobenzol) tulajdonítják egyes irodalmi források. Érdekes, hogy a második világháború alatt azok a hadianyagmunkások, akik érintkezésbe kerültek vele és besárgult tőle a bőrük, a „kanári” gúnynevet kapták.

<sup>30</sup> A trotil egészségügyi kockázatait bővebben lásd: Dr. Hernád Mária: *A robbanás és a robbanó-anyagok emberi szervezetre gyakorolt hatásai és megelőzésének lehetőségei*. Doktori (PhD) értekezés, 2013, p. 45–49.

A trotil oxigénegyenlege<sup>31</sup> negatív (−74%), ami abból adódik, hogy az anyagban robbanásakor lejátszódó kémiai változás során a vegyület széntartalmának csak egy része oxidálódik, a maradék pedig elemi szénként szabadul fel.



A trotil ezen tulajdonságait használják ki, amikor pozitív oxigénegyenlegű adalék robbanóanyag (pl.:  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  – ammónium-nitrát) hozzákeverésével szinte tökéletes kémiai reakcióra képes, új közepes hatóerejű robbanóanyagot állítanak elő. A körülbelül 20% trotil és 80% ammónium-nitrát összetételű elegy (Amatol egyik változata) oxigénegyenlege már 0%, vagyis az elemi nitrogénen kívül a kémiai átalakulás során csak vízgőz és szén-dioxid keletkezik.

A trotilt és az ammónium-nitrátot számos anyaggal keverhetik, ezzel javítva vagy szükséges mértékben rontva a keletkező robbanóanyag tulajdonságait. Az említett robbantástechnikai tulajdonságokat javítja, ha a TNT,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  keverékhez még alumíniumport is hozzáadnak, így egy 67/22/11 % összetételű keverési aránnyal jön létre az AMMONAL (detonációsebesség 6500 m/s). Ugyancsak kiváló robbanási tulajdonságokkal rendelkezik a TNT, bárium-nitrát 33/67 % arányú keveréke, amely a BARATOL-ok elnevezésű, közepes hatóerejű, keverék robbanóanyagok közé sorolható, és a detonációsebessége 5900 m/s. [13] Az említett detonációsebesség alumíniumpor hozzáadásával fokozható, és a BARONAL elnevezésű robbanóanyagok közé tartozik. Az említett vegyületeken kívül számos trotil keverék van forgalomban, vagy található meg valamilyen robbanótest alkotórészeként.

A **SEMTEX**<sup>32</sup> egy főleg terrorista robbantások révén elhíresült, kiváló robbanási tulajdonságokkal rendelkező plasztikus robbanóanyag, amely nitropenta és hexogén alap robbanóanyagokból áll. A többi plasztikus robbanóanyaghoz, például a C4 családhoz hasonlóan, a SEMTEX-et a jó formázhatósága, a hő- és vízálló tulajdonságai miatt nemcsak az ipari, hanem a hadi felhasználásban is kedvelik. Alkotóanyagainak ismeretében jogosan vetődik fel a kérdés, hogy miért nem a magas hatóerejű robbanóanyagok közé sorolta be a szerző.

Az ipari felhasználású SEMTEX 1A és SEMTEX 10 robbanóanyagok 94%-ban tartalmazzak nitropentát, és csak 5%-ban hexogént, míg a katonai SEMTEX 1H esetén ez az arány közel 50-50%. [1] Mivel a szerző munkaköréből adódóan több alkalommal is használta, alkalmazta a katonai SEMTEX 1H elnevezésű robbanóanyagot, gyakorlati tapasztalatai alapján, az anyag plasztikus tulajdonságaitól eltekintve, egyenértékűnek tekinti a TNT-vel.

A nitropenta és hexogén alap robbanóanyagokból álló SEMTEX-et nagy mennyiségben exportálták, így például 1975–1981 között OMNIPOL néven<sup>33</sup> katonai célokra kb. 700 tonnát Líbiába is. [1] Mivel a robbanóanyag jól formázható és meglehetősen nehéz felderíteni,<sup>34</sup> így

<sup>31</sup> Az oxigénegyenleget a robbanó vegyületben lévő éghető elemek és az oxigéntartalom közötti arány határozza meg. Ez 100 gramm robbanóanyagra vonatkozóan a meglévő és a teljes oxidációhoz szükséges oxigénmennyiség különbsége.

<sup>32</sup> A cseh Stanislav Brebera fejlesztette ki 1966-ban, és Pardubice város Semtín külvárosáról nevezték el. A cég kezdetben Semtín Glassworks, majd VCHZ Synthesia, jelenleg pedig Explosia néven állít elő különböző katonai és ipari robbanóanyagokat. Legújabb, alumíniumporral érzékenyített katonai plasztikus robbanóanyaguk a Sementex® PI-Hx-30, 30/50 % nitropenta/hexogén tartalommal.

<sup>33</sup> Az Omnipol fegyverkereskedelmi vállalat hivatalos exportja.

<sup>34</sup> 1991 óta nemzetközi nyomás hatására olyan adalékanyagot (etilénglikol-dinitrát) tartalmaz, így a robbanóanyag a nitroglicerinhoz hasonló vegyi ujjlenyomattal rendelkezik, amely megkönnyíti a felderítését, például repülőtereken.

nagymértékben terjedt el a terrrorszervezetek körében is. „...a lényegesen erősebb biztonsági rendszerek révén, pl. az USA közismert C-4 katonai robbanóanyaga alig került ellenőrizhetetlen kézbe, ugyanakkor a megközelítően hasonló hatóerejű Semtex-H robbanóanyag igen sok illegális felhasználás során felbukkan. Sok ezer tonna Semtexet adtak el ugyanis a gyártók legálisnak tűnő kereskedelmi ügyletek révén, de később éppen a legális vevők adták át/el ezeket, akár terrorista „ügyfeleknek” is. Napjainkban is találunk terrorista raktárakban több száz, esetleg ezer kilós készleteket.”<sup>35</sup>

Bűnös célú felhasználását mi sem bizonyítja jobban, mint a lockerbie-i katasztrófa 1988-ban, amely során líbiai terroristák egy Boeing-747 repülőgépet semmisítettek meg (vallomások szerint) kb. 312 gramm SEMTEX használatával.<sup>36</sup>

Szakértői vélemények szerint a világon eddig eladott Semtex-állomány akár 40000 tonna is lehet.<sup>37</sup> Ezt a robbanóanyagot használta és használja napjainkban is több észak-írországi terrorista csoport, mint például az IRA (Líbia ingyen szállított az általa megvásárolt mennyiségből), illetve számos közel-keleti iszlám radikális terrorista sejt is. A terrorcselekményekkel szoros kapcsolatba hozott márkanev miatt a robbanóanyag exportja folyamatos csökkenést mutat. A fejlesztők emellett megpróbálták az anyag húszéves élettartamát lecsökkenteni, de ez jelentősen növelte volna előállítási költségét. A nyomon követhetőség és a bűnös célú felhasználhatóság megakadályozása érdekében a gyártást 2002 óta a cseh kormány felügyeli.

#### – *Alacsony hatóerejű robbanóanyagok*

Az ammónium-nitrát és dízelolaj keverékek **ANDO**<sup>38</sup> néven ismert robbanóanyagok, a kezelésbiztos robbanóanyagok egy külön csoportja, melyek ammónsalétrom alapúak ugyan, de gyutaccsal közvetlenül nem indíthatóak. Fizikai tulajdonságait tekintve fehér színű, csipős ízű, erősen nedvszívó, nagy kristályokból álló pentaform<sup>39</sup> anyag, amely 32 °C körüli hőmérsékleten átkristályosodik, ami kisebb térfogatnövekedéssel jár. Ezért az ammónium-nitrátot lehetőleg 30 °C alatti hőmérsékleten kell tárolni, mert magasabb hőmérsékleten megkeményedik és összetapad. Vízen – erős lehűlés közben – jól oldódik, hevítés hatására 170 °C körül kezdődő bomlással megolvad, 200 °C fölött bomlása ugrásszerűen felgyorsul, 260 °C fölött bomlása elpuffanásba mehet át.

Robbanóanyagok előállításánál kedvező tulajdonságai miatt régóta használják az ammónium-nitrátot, ami tisztán, egyéb anyagok hozzáadása nélkül nem alkalmazható, mert érzékenysége miatt nem tudják felrobbantani. Tárolása közben különösen fontos, hogy zsírokkal, olajokkal és gyors hőfejlődésű anyagokkal ne érintkezzen.

Irodalmi adatok szerint [5] az ammónium-nitrát és dízelolaj keverési aránya tömegegységekre vonatkoztatva többnyire 94/6 %, és a legnagyobb robbanóerő akkor érhető el, ha a detonáció pillanatában az olajtartalom a keverék 5,5–6 tömegszázalékát teszi ki. A keverék érzékenysé-

<sup>35</sup> Forrás: Müller Othmar: A katonai robbanóanyagok sorsa (kitekintés). Internet: <http://portal.zmne.hu/download/bjkmk/bsz/bszemle/kulon0317.html>. Letöltés: 2015. október 14.

<sup>36</sup> Számítások szerint, megfelelő elhelyezésben nagyjából 250 grammnyi SEMTEX elég egy nagyméretű repülőgép törzsének nagy magasságban történő elpusztításához.

<sup>37</sup> Bővebben lásd: <http://www.washingtonpost.com/wpsrv/inatl/longterm/panam103/stories/libya0390.htm>

<sup>38</sup> Európában: ANDO – Ammónium-Nitrát + „Diesel Oil”; USA: ANFO – Ammónium-Nitrát + „Fuel Oil”

<sup>39</sup> Hőmérséklettől függően ötféle kristálmódosulata ismert.



ge akkor a legnagyobb, ha az olajtartalom körülbelül 2%. Az anyag olajfelvételétől és a szemnagyságtól függően 2750–3000 m/s közötti detonációsebesség produkálására képes, mely tulajdonságát a gyártástól számított 3 hónapig képes megőrizni. Az ANDO erős oxidálószer, jó redukálószerekkel (pl.: szénpor, alumínium, magnézium) alkotott keveréke jól ég. A keverékek érzékenysége fokozható, ha adalékanyagként alumíniumpúdert adagolnak hozzá.



1. kép Ammónium-nitrát kereskedelmi kialakítása<sup>40</sup>



2. kép Ammónium-nitrát-szemcsék<sup>41</sup>

Az ammónium-nitrát 34,4% nitrogént tartalmaz. Vannak törekvések a robbanthatóság csökkentésére, de az így kapott műtrágya (pétisó) lényegesen drágább, mint a tiszta változat, és vízzel átmosatra teljesen ki lehet tisztítani. A csökkentett nitrogéntartalmú műtrágyát is fel lehet robbantani, igaz robbantástechnikai tulajdonságai romlanak, de a bűnös célú felhasználás ellen ilyen formában eredménytelenek az intézkedések. Gazdaságossága, könnyű kezelhetősége és akár a robbantás helyszínén történő előállíthatósága miatt az egyik legkedveltebb ipari robbanóanyag.<sup>42</sup> Előnyös tulajdonságait a robbantásos merényletek elkövetői is kihasználták Észak-Írországból éppúgy, mint az USA-ban (pl. Oklahoma City).

A **robbanóanyag** elsősorban ammóniumnitrát és más nitrátok vizes oldata, égő anyagokkal (alumíniumpor, glikol stb.) és érzékenyítő anyagokkal (TNT, nitropenta, hexogén) keverve. Általában képlékenyek, ebből adódóan töltényezhetők, de vannak szabadon folyó, nagy sűrűségű (gélszerű) és tartálykocsiból szivattyúzható állagú, valamint helyszínen bekeverhető robbanóanyagok is. Hatóerejük 3–6-szorosa az ANDO/ANFO-énak. [1] A robbanóanyagok összetétele bizonyos határok között változik: 50–65% ammóniumnitrát, esetleg nátriumnitrát, 15–35% trotil és 15–20% olaj, vízgél és egyéb komponensek (pentritol, hexogén, alumíniumpóder, zselatináló adalék). A robbanóanyagot érzékenysége miatt indítótöltettel kell felrobbantani, de megfelelő összetétel esetén erős gyutaccsal is kiváltható detonációja. Nagy előnye, hogy vizes környezetben is alkalmazható, de csak +4 °C-ig működik megbízhatóan, az alatt megdermed és bizonytalanul detonál.

Az **emulziós robbanóanyagok** nagyon kis átmérőjű ammóniumnitrátoldat-cseppekből ( $\varnothing 10^{-4}$  mm) állnak. Ezek a cseppek vékony olajréteggel kerülnek bevonásra a speciális gyártási technológia során. Az ammónium-nitrátból tehát nagyon sűrű telített oldatot készítenek, majd

<sup>40</sup> Forrás: <http://pyromaster.org/html/r/r32.html>. Letöltés: 2015. október 20.

<sup>41</sup> Forrás: [http://www.btps.ca/files/PDF/MSDS/Ammonium\\_Nitrate\\_53.pdf](http://www.btps.ca/files/PDF/MSDS/Ammonium_Nitrate_53.pdf). Letöltés: 2015. október 20.

<sup>42</sup> Elsősorban bányákban, külszíni fejtésekkor, jövesztésekkor használják őket, viszonylag alacsony detonációsebességük és nagy gázfejlesztésük miatt különösen alkalmasak a földrobbantásokhoz. A legnépszerűbb alacsony hatóerejű brizáns robbanóanyagokat lásd az 5. számú mellékletben.



emulgeálószerrel kezelve összekeverik szénhordozó adalékokkal. Ennek következtében a robbanóanyag vízálló, ugyanakkor a speciális emulgeálószer tulajdonságai következtében robbanási tulajdonságait akár  $-25$  és  $+30$  °C között sem veszíti el. Mivel az emulzió önmagában nem tartalmaz robbanóanyagnak minősülő összetevőt, így csak érzékenyítő adalék hozzáadása után válik tényleges robbanóanyaggá.<sup>43</sup> Ez az érzékenyítő adalék üvegből vagy műanyagból készült, néhány mikron átmérőjű üres gömböcske. Az üveggyöngy szerepe az emulzióban az, hogy az indítótöltet robbanásakor képződő lökőhullám által létrehozott nagy és gyorsan terjedő nyomás hatására a bennük lévő üregecskék energiakonzentrációt (ún. „forró pontot”) generálnak, amely elegendő a vele szomszédos robbanóanyagrészt detonációjához, és ilyen módon a láncreakció végigviteléhez. Ilyen adalékanyaggal kevert robbanóanyag- emulzió az ANDO–V. Az emulzióba kevert üveggyöngy mennyiségével egyben szabályozható a gyártott robbanóanyag iniciálhatósága, továbbá a külső hőmérsékletre való illesztése. Bizonyos termékekben az ammónium-nitrátot gázosítják fel úgy, hogy azok magukban hordozzák a gázzárványokat (pl.: EMULGIT). Az emulziós robbanóanyagok az elmúlt 15–20 évben hatalmas változásokon mentek keresztül, és még ma is a fejlődés stádiumában vannak. Az üveggyöngyön kívül létezik a robbanóanyag gázosított buborékokat tartalmazó változata is, melynél a gyártás során az anyaghoz kevert gázfejlesztő anyag segítségével hozzák létre a „forró pontokat” képező üregecskéket. [14][15]

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Dr. Lukács László: Bombafenyegetés – a robbanóanyagok története. Repüléstudományi Közlemények folyóirat, Repüléstudományi Konferencia, 2012/2. különszám, p. 409–430.
- [2] Dr. Bohus Géza – Horváth László – Papp József: Ipari robbantástechnika. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983, ISBN 963 10 4810 1.
- [3] Tóth József – Dr. Lukács László – Volszky Géza: Akna kisenciklopédia. Kiadta a Tudás-menedzsmentért, Tudás Alapú Technológiákért Alapítvány. ISBN 978-963-08-5522-8.
- [4] Benedek Dénes – Bohus Géza – Ernei László – Horváth László – Kirschner József – Tárkányi László: A robbantómester. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1976, ISBN 963 10.
- [5] Benedek Dénes – Horváth László – Kánnár Tibor – Skublics Gábor – Szabó P. Áron: Robbantómesterek kézikönyve I. Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, Budapest, 1987.
- [6] Garami – Jantos – Lovász – Maljucskova – Maróthy – Virágh: Hazai gyártású és felhasználású robbanóanyagok. Nehézipari Minisztérium Továbbképző Központ, Első kötet, Esztergom-kertváros, 1976, Törzsszám: 76.208 NIM TK.
- [7] P. W. Cooper – S. R. Kurowski: Introduction to the Technology of Explosives. VCH Publishers, New York, 1996.
- [8] Dr. Otto-Albrecht Neumüller: Römppe Vegyészeti Kislexikon. Harmadik kötet, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983, ISBN 963 10 4297 9.
- [9] E-mű. 1. Ideiglenes robbantási utasítás. Honvédelmi Minisztérium, Budapest, 1950.
- [10] N. A. Silling: Robbanóanyagok és lőszerszerelés. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1955.

---

<sup>43</sup> Érzékenyítő anyag nélkül csak dízelolaj kategóriájú tűzveszélyes anyag.

- [11] Dr. Otto-Albrecht Neumüller: Römpp Vegyészeti Kislexikon. Negyedik kötet, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984, ISBN 963 10 4749 0.
- [12] Dr. Hernád Mária: A robbanás és a robbanóanyagok emberi szervezetre gyakorolt hatásai és megelőzésének lehetőségei. Doktori (PhD) értekezés, 2013.
- [13] Dr. Molnár László: Implóziós robbantás. Kandidátusi értekezés, Budapest.
- [14] Tóth József: Az emulziós robbanóanyagok története és katonai alkalmazhatóságuk lehetőségei. Robbantástechnika 28. szám, 2007. december, p. 38–47.
- [15] Lukács László: A Magyar Honvédségnél alkalmazott robbantási eljárások és robbanóanyagok legfontosabb részterületeinek vizsgálata és a továbbfejlesztés javasolt irányai – kandidátusi értekezés. Zrínyi Miklós Katonai Akadémia, Budapest, 1995.
- [16] Lukács László: Aknahelyzet Horvátországban és Bosznia-Hercegovinában. Új Honvédségi Szemle, 1999/1.
- [17] MSZ-14-05029:1988 Ipari robbanóanyagok általános műszaki előírásai.
- [18] Dr. Lukács László: Katonai robbantástechnika és környezetvédelem. Jegyzet a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem műszaki hallgatói számára, Budapest, 1997.
- [19] Nagy Róbert – Román Zsolt: „Robbantásos építményvédelem”. 5. fejezet, 5.2.1.4. Robbanóanyagok. TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások.
- [20] MSZ EN 13631-4:2003 szabvány: A robbanóanyagok ütésérzékenységeinek meghatározása.
- [21] Internet: <http://ordatamines.maic.jmu.edu/images/H3065F01.jpg>. Letöltés: 2015. október 20
- [22] Internet: <http://www.lexpev.nl/minesandcharges/americas/unitedstates/m15at.html>. Letöltés: 2015. október 20
- [23] Internet: <http://ozm.cz/en/explo5-software/> Letöltés: 2015. október 20
- [24] Dr. Kovács Zoltán: Robbanóanyagok a katonai gyakorlatban. Robbantástechnika 30. szám, 43–47. o.
- [25] Winnacker–Küchler Kémiai technológia. 1–2. kötet, Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1963, p. 710.
- [26] Müller Othmar: A katonai robbanóanyagok sorsa (kitekintés). <http://portal.zmne.hu/download/bjkmk/bsz/bszemle/kulon0317.html>. Letöltés: 2015. október 14.
- [27] Internet: <http://www.washingtonpost.com/wpsrv/inatl/longterm/panam103/stories/libya0390.htm> Letöltés: 2015. október 20.
- [28] Internet <http://pyromaster.org/html/r/r32.html>. Letöltés: 2015. október 20.
- [29] Internet [http://www.btps.ca/files/PDF/MSDS/Ammonium\\_Nitrate\\_53.pdf](http://www.btps.ca/files/PDF/MSDS/Ammonium_Nitrate_53.pdf). Letöltés: 2015. október 20.

Siposné dr. Kecskeméthy Klára<sup>1</sup>

## A NAGY KANTÓ FÖLDRENGÉS (THE GREAT KANTO EARTHQUAKE)

*Hatalmas földrengés rázta meg a Tokiót és környékét 1923. szeptember 1-jén. A világ egyik legnagyobb városát, földrengés és tűzvész pusztította el. Anarchia és káosz uralkodott, a természeti katasztrófa megváltoztatta és átírta a nemzet sorsát. Ez a nagy Kantó földrengés volt. A kilencvenhárom évvel ezelőtti földrengés lerombolta a fővárost és a környező városokat, jelentős számú emberáldozatot követelve. A cikkben a szerző bemutatja a japán nemzet legsúlyosabb 20. századi, modern kori természeti katasztrófáját, a földrengést, annak hatásait és következményeit, különös tekintettel Tokióra és a Kantó régióra, a károk nagyságát, az újjáépítést és a komplex természeti katasztrófából számunkra is levonható tanulságokat.*

**Kulcsszavak:** 1923-as nagy Kantó földrengés, természeti katasztrófa, földrengés, tűztornádó

*A huge earthquake hit Tokyo and its surroundings on 1 September 1923. One of the greatest cities in the world was destroyed by earthquake and fire, anarchy and chaos prevailed, the natural disaster has changed and re-wrote the fate of the nation. This was the great Kanto earthquake. Ninety-three years ago, the earthquake devastated the capital and surrounding cities, demanding significant number of casualties. The article describes the Japanese nation's worst 20th century modern-day natural disaster, the earthquake and its effects and consequences, particularly in Tokyo and the Kanto region, the magnitude of the damage, reconstruction and the lessons learned from complex natural disaster.*

**Keywords:** Great Kanto earthquake of 1923, natural disaster, earthquake, firestorm

## BEVEZETÉS

Az emberiség az ipari forradalom óta jelentősen megváltoztatta a természeti környezetet, egyre jelentősebb területeket hódít el a természettől, folyamatosan növeli a művelésből kivont földterületek és a beépített területek (gyártelepek, üzemek, lakóházak stb.) arányát. Az emberiség ökológiai lábnyoma egyre nagyobb és nagyobb. Az ökológiai lábnyom azt jelzi, hogy az adott technológiai fejlettség mellett az emberi társadalomnak mennyi földre és vízre van szüksége önmaga fenntartásához és a megtermelt hulladék elnyeléséhez.<sup>2</sup> Az elmúlt néhány száz esztendő eseményei, a technikai fejlődés mértéke, a politikai, társadalmi, gazdasági berendezkedés, cselekmények sora azt igazolja, hogy az emberiség ma messzebb került a természettől, mint bármikor korábban a történelem folyamán. A Föld népszerűségének és gazdasági potenciál-

<sup>1</sup> Siposné Prof. dr. Kecskeméthy Klára, egyetemi tanár, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Művelési Támogató Tanszék Email:siposne.kecskemethy.klara@uni-nke.hu

<sup>2</sup> Wackernagel, Matis-Rees, William (1996): Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth. Gabriola Island, BC: New Society Publishers, p. 160. A kifejezés Rees és Wackernagel kanadai ökológusoktól származik. Ez az érték kiszámítható egyes emberekre, csoportokra, régiókra, országokra vagy vállalkozásokra is. Az ökológiai lábnyom kiszámítását lásd az alábbi honlapon. <http://ecologicalfootprint.com/> (2016. március 10.)

jának eloszlása egyenlőtlen. A növekvő népesség – 7.4 milliárd ember<sup>3</sup> – egyre nagyobb területet épít be, von be a művelésbe, ami a természeti katasztrófák által okozott anyagi károk jelentős növekedésével jár együtt.

A civilizációt, az emberi létet nemcsak természeti katasztrófák sora, hanem civilizációs/ember-okozta katasztrófák is veszélyeztetik. A természeti katasztrófák közül a kutatásom szempontjából kiemelt a földrengések jelentős emberveszteséggel és anyagi károkozással járnak együtt. A földrengések előrejelzésére irányuló évezredes törekvések és erőfeszítések ezidáig nem hoztak a gyakorlatban is használható sikeres megoldást. A veszélyeztetettség szintje azonban a korábbi földrengések adatbázisai feldolgozásával becsülhető, kijelölhetők a szeizmikusan aktív területek. Nem a földrengés jelent közvetlenül veszélyt az emberre, hanem az általa felépített épületek, gyárak, lakóházak, amelyek megsérülhetnek, összedőlhetnek. A földrengésálló építkezés jelentős többletköltséget jelent, de így csökkenthetők a környezeti kockázatok. Az elmúlt évek riasztó példái szolgáljanak figyelmeztetésül (1. táblázat).

Időpont	Helyszín	Esemény
2004. december 26.	Szumátra térsége és az Indiai-óceán	9.1 magnitúdójú földrengés és cunami
2005. október 26.	Kasmír	7.6 magnitúdójú földrengés
2006. május 27.	Jáva	6.2 magnitúdójú földrengés
2010. január 12.	Port-au-Prince, Haiti	7.0 magnitúdójú földrengés
2010. március 20.	Eyjafjallajökull, Izland	vulkánkitörés
2011. február 21.	Christchurch, Új-Zéland	6.1 magnitúdójú földrengés
2011. március 11.	Fukushima, Honshu szigete	9.0 magnitúdójú földrengés, cunami
2015. április 25.	Katmandu, Nepál	7.9 magnitúdójú földrengés

1. sz. táblázat Az elmúlt évtized jelentősebb természeti katasztrófái<sup>4</sup>

Hazánk földrengés szempontjából nem tartozik a veszélyeztetett országok közé, a lehetőségét azonban nem szabad kizárni, hiszen az elmúlt időszakban nálunk is voltak jelentős rengések, és ebből adódó károk.<sup>5</sup> Felmerül a kérdés, hogy a nagy földrengésveszélynek kitett országok által végrehajtott felkészülés a földrengés hatásaira és a lakosság védelmében hozott intézke-

<sup>3</sup> Worldometers, <http://www.worldometers.info/world-population/> (2016. március 10.)

<sup>4</sup> Szerkesztette: Siposné dr. Kecskeméthy Klára Forrás: Brezsnayánszky Károly: „És mégis mozog a Föld”, História, 2011. 4. szám, pp. 24-25.

<sup>5</sup> Hornyacsek Júlia: Földrengés! Fel vagyunk készülve? Hadmérnök, 2011. VI. évfolyam, 1. sz. p. 281. oldal

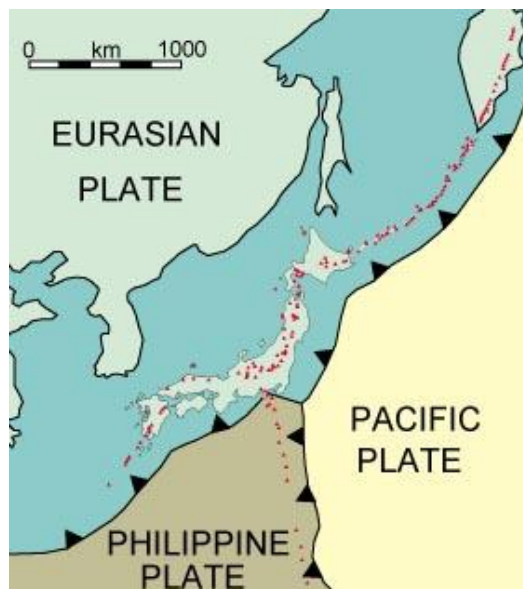
dések milyen példával szolgálhatnak a kevésbé veszélyeztetett országok számára. A Kantó földrengés következményeinek elemzése, a kialakult helyzet kezelése, valamint az követő intézkedések vizsgálata jó alapot adhat a hazai szakemberek és a témában kutatók számára is napjaink gyakorlatának hatékonyabbá tételéhez. Vizsgáljuk meg a Kantó földrengés eseményeit, hatását, és a megtett intézkedéseket!

## A KANTÓ RÉGIÓ

Tokió a 20. században kétszer semmisült meg és támadt fel a poraiból. Először a 1923. szeptember 1-jei földrengés pusztította el, majd 1945. március 10-én az amerikai gyújtóbombák égették porig a várost.

Japán a Föld geológiailag leginstabilabb régiói közé tartozik. Évente 1500 földrengést regisztrálnak, nem ritkák a 4-6-os erősségűek. A Japán-szigetek a Föld vulkáni tevékenységgel, földrengésekkel, és szökőárral leginkább veszélyeztetett területén találhatók. A szigetek a tenger fenéken álló gyűrt lánchegység tengersizint felé emelkedő csúcsai, amelyek a földkéreglemez mozgása miatt állandóan változnak. Három lemez, a csendes-óceáni, a fülöp-szigeteki és az eurázsiai kontinentális lemez ütközik ezen a területen egymáshoz, a törésvonalak mentén mélytengeri árkok és gyűrt hegységek képződnek, folyamatos vulkáni tevékenységgel és állandó földmozgásokkal, amelyek egyik legsúlyosabb következménye a szökőár.

A Kantó régió (Tokió-Yokohama-Kawasaki megalopolisz) a Föld szeizmológiai szempontból egyik legveszélyesebb területe. Tokiótól 275 km-re keletre a Csendes-óceánban Japán keleti partjai mentén a csendes-óceáni lemez alábukik az eurázsiai tektonika lemeznek. A fülöp-szigeti és az eurázsiai-lemez szubdukciós zónája Tokiótól 100 km-re délre a Sagami-öbölben húzódik (1. ábra).



1. ábra A litoszféra (kőzet)lemezek <sup>6</sup>

<sup>6</sup> Tectonics and Volcanoes of Japan, [http://volcano.oregonstate.edu/vwdocs/volc\\_images/north\\_asia/japan\\_tec.html](http://volcano.oregonstate.edu/vwdocs/volc_images/north_asia/japan_tec.html) (2016. március 10.)

## FÖLDRENGÉS! EZ MAGA A POKOL

A **nagy kantói (tokiói) földrengés** Japán történelmének legtöbb halálos áldozatot követelő földrengése volt, amely szinte teljesen elpusztította Tokiót és a közeli kikötővárost, Yokohamát is, valamint Kamakurat és Atamit.<sup>7</sup> Az elmúlt évszázad kilencedik legnagyobb földrengése volt, mégis a legsúlyosabb károkat okozta.<sup>8</sup>

*„Dél felé forró szél suhant át a városon s tompa morajlást hozott magával. Fenyegető, egymásba fonódó távoli dübörgés volt, hasonló a nagyon messziről morajló ágyúszóhoz. A földrengésekhez szokott japániak azonban túlon túl jól ismerték ezt a kísérteties hangot. Egyszerre megelevenedtek az utcák! A földszintes és egyemeletes lenge házikókból pillanatok alatt a szabadba rohantak az emberek.”<sup>9</sup>*

Négy, végtelennek tetsző perc alatt a földrengés lerombolt mindent. Tokió Japán politikai, gazdasági és kulturális fővárosa elpusztult, ugyancsak megsemmisült Yokohama, Osaka, Itó, Adam és sok más virágzó település. A katasztrófa 1923. szeptember 1-jén helyi idő szerint déli 11 óra 58 perckor következett be, a rengés a hivatalos adatok szerint 4 percig tartott, de a különböző beszámolók 4 és 10 perc közötti intervallumról szólnak. Szokatlan jellemzője volt a földrengésnek a földfelszín emelkedése és süllyedése. Misakinál az emelkedés 731,5 cm (24 láb) volt, 72 órán keresztül tartott, majd folyamatosan süllyedni kezdett a terület, megváltoztatva ezzel a part menti terület alakját. A földfelszín drámai süllyedése és emelkedése földcsuszamlásokat idézett elő. A rengés elsőként a parton közlekedő vonat utasaira csapott le. Idu tartományban Nebukawa<sup>10</sup> településen, Tokiótól délnyugatra, a vonat két perccel 12 óra előtt megállt egy völgyhídon és a szabad jelzést várta. Hatalmas morajlás hallatszott, majd a földrengéstől elszabadult sárlavina dübörögve zúdult a mélybe, a vonatszerelvényt és a vasúti hidat a mély szurdokba sodorta, egészen a Sagami-öbölíig. A völgyben lévő házakat betemette a sárlavina. Földcsuszamlásokat észleltek a Miura és a Boso-félszigeten is. A földrengés és az utóregések epicentruma a Boso-félsziget és a Sagami-öböl partja mentén volt.

A földrengés epicentruma Tokiótól délre, a Sagami-öbölben, Izu Ōshima sziget közelében volt, Richter-skála szerinti erőssége körülbelül 8.2-es lehetett. Az első rengést egy percen belül egy második erős követte, majd a következő három napban kétezernél több rengést tapasztaltak. Szeptember 1-jén több mint 200, szeptember 3-án 300 utóregést észleltek. Szeptember 3-5. között 300-nál is több utóregést regisztráltak. Hét prefektúrát - Tokió, Kanagawa, Shizuoka, Chiba, Saitama, Yamanashi, Ibaraki - érintett a földrengés.<sup>11</sup> Tokió és Yokohama

<sup>7</sup> A 2011. március 11. fukushimai komplex katasztrófa az áldozatok és kitelepítettek számát tekintve az alábbi: az atomkatasztrófához köthető halálesetek száma 3200 körül van; a szökőár 10 érintett megyében mintegy 16 000 áldozatot szedett, akiknek többsége 65 év feletti volt. A három evakuált prefektúrát 229 ezren hagyták el, hivatalos kilakoltatott státuszban 120 ezren vannak.

<sup>8</sup> Usami, Tatsuo: Earthquake Studies and the Earthquake Prediction System in Japan, Journal of Disaster Research Vol. 1. No. 3. 2006. 416-417

<sup>9</sup> A tokiói nagy földrengés

<http://www.huszadikszazad.hu/1942-január/tudomány/a-tokioi-nagy-foldrenges> (2016. március 8.)

<sup>10</sup> Office of U.S. Foreign disaster assistance, Disaster history report, 10 November 1992. p. 113. <http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Mayo2004/pdf/eng/doc14794/doc14794-d.pdf> (2016. február 21.)

<sup>11</sup> Charles D. James: The 1923 Tokyo Earthquake and Fire, Berkeley University of California, 2002., p. 5



folyam menti alluviumra és hordalékra épült, és bár a földrengés epicentrumától nagyobb távolságra voltak, mégis a rengések súlyosan érintették a területet.

A földrengést követően hatalmas tűzvész keletkezett a nagyvárosokban, illetve szökőár (cunami) csapott le a partvidéki területekre.

A földrengés után a Halászati Intézet (Fishery Institute) és a Haditengerészet Vízrajzi Osztálya (Hydrographical Department of the Navy) vizsgálatokat folytatott a tengerfenéken a földrengés körzetében. Megállapították, hogy két földrengés történt a Sagami-öbölben, az egyik központja Hatsushima szigetétől keletre, az Oshima szigettől északra, a másik a Manazuru ponttól délkeletre volt. A földrengést cunami követte, de ebben a japánok szerencsések voltak, mert a Tokió-öbölben nem keletkeztek magas hullámok. Jelentős, 12.5 méteres árhullám az Oshima sziget északi partjaira csapott le, csekély károkat okozva.<sup>12</sup>

A földrengés és az utó rengések utáni órákban több tízezer menekült a városból, az utcákon, hidakon, folyókon és csatornákon a katasztrófa miatt tömegek torlódtak fel. Sokan, akik a tűzhalál elől menekültek, belefulladtak a Tokión keresztül folyó Sumida folyóba.

### **A pokoli tűztornádó – halál és pusztulás**

A földrengést pusztító tűzvész követte. Tokió és Yokohama területén szén és faszéntüzelésű tűzhelyek voltak használatban, délidőben a lakosság ebédhez készülődött. A vegyi anyagok és üzemanyagok helytelen tárolása szintén hozzájárulnak a tragédiához. A tűz-okozta szél forgószeleket okozott, ami felgyorsította a lángok továbbterjedését, azonban nagyban akadályozta a tüzek megfékezését.

A földrengés után Tokióban 163 helyen keletkezett tűz, 3800 hektárnyi terület vált hamuvá, a házak 70 %-a (316.000) égett le csak a fővárosban. Yokohamában 63 helyen keletkezett tűz két napig pusztított, 950 hektárnyi terület égett le, a házak 60 %-a (60.000) vált a tűz martalékává. A halálos áldozatok számát a különböző források 105 és 145 ezer között becsülik. A Tokió Egyetem Földrengéskutató Intézetének munkatársa részletes statisztikai adatokat közöl a tanulmányában a halottakról és eltűnteikről, e szerint 142.807 fő halt meg. A földrengés legtragikusabb eseménye azonban Tokió belvárosában, a Hihukusho mezején következett be, ahova nagyon sok ember menekült a tűzvész elől, ott 44.030 ember tűzhalált halt. A földrengés és az azt követő tragikus eseményekben 103.733 ember sérült meg, 128.266 ház teljesen megsemmisült, 447.128 ház porig égett. A rengés utáni gyenge cunami Kanagawa és Chiba prefektúra területén pusztított, enyhe kárt okozva, a Tokió-öbölben a hullámok magassága csak 1.6-1.8 méter magas volt, a város területét 5-10 cm víz öntötte el.<sup>13</sup> A tűzvész Tokió legsűrűbben lakott keleti részein (Asakusa, Kanda, Nihonbashi, Kyōbashi, Honjo, Fukagawa, Shitaya) és Ginza központi kerületében pusztított. Öt különálló tűztornádó keletkezett Tokió-szerte és elpusztított mindent, ami az útjába került. Égő pokolként írták le a várost, az egykori birodalmi főváros tűztengerré változott.<sup>14</sup>

<sup>12</sup> Charles D. James i. m. 2. oldal

<sup>13</sup> Tatsuo Usami i. m. 416. oldal. A lisszaboni földrengés utáni katasztrófális cunami hullámhoz képest a birodalmi főváros szerencsés volt. A lisszaboni földrengésről lásd Siposné Kecskeméthy Klára: Az 1755. évi lisszaboni földrengés, Műszaki Katonai Közlöny, XXV. évfolyam, 2015. 2. szám. pp. 159-172.

<sup>14</sup> The Great Kanto Earthquake of 1923, <http://www.greatkantoequake.com/> (2016. március 24.)

A legnagyobb emberveszteség a Honjo raktárnál történt, ahol jelentős számú túlélő gyűlt össze. A 6,7 hektárnyi nyílt terület a Birodalmi Japán Hadsereg katonai ruházati raktára volt. Az emberek többsége a földrengésben elpusztult otthonaikból kimentett ruhát, ágyneműt és bútorokat vitte magával. A felhalmozott gyúlékony anyagok táplálták azt a területre áterjedő tűzvészt, amelyben a becslések szerint szeptember 1-jéről 2-ra virradó éjszaka mintegy 40.000 ember fulladt és égett meg. A történelem során jó néhány tűztornádót jegyeztek már fel, de olyat, amilyen a Honjo raktárnál történt, még senki nem látott. Az örvénylő tűz különféle tényezők rémálomszerű kombinációjából állott, a fémeket is megolvasztó tűzből, orkán erejű szélből, és forró felszálló levegőből állt. Egy 200 méter magas, 300 méter széles, lángoló forgószél keletkezett, amely óránként 200 kilométeres sebességgel forgott. Alig 15 perc alatt a tűztornádó háromszor söpört végig a területen.

1923-ban Japán népességének egynegyede élt a Kantó régióban a tokiói-öböl mentén. Yokohama, Japán legfőbb kikötője, ablak volt a világra, Tokió pedig a császári főváros, amely a szélsőségek városa volt, ahol a 20. század élt együtt a feudális Japán hagyományokkal. A több évszázados elszigeteltség után, Japán megnyitotta a nyugati kereskedelem felé a kapuit, Yokohama kikötője a gazdag amerikai vállalkozók kitüntetett helye lett. Az országban ekkor indul meg az ipari fejlődés, a 20. század elején Tokió utcáin még közlekedtek a riksák, de a belvárosában már egyre több gépjármű közlekedett az utakon, hasonlatosan a többi világvároshoz, New Yorkhoz és Londonhoz. A modernizációval megváltozott Japán helye a világban, az iparosítással pedig katonai hatalommá vált.

Tokió népessége 1900 és 1920 között robbanásszerűen növekedett, amely együtt járt a városiasodás és az iparosítás megannyi problémájával. Amíg 1900-ban 1,12 millió lakos élt a tokiói metropoliszban, addig 1920-ra megduplázódott a népessége (2,17 millió fő). Az iparosítás következtében az olcsó munkaerő, zsúfolt házakban, a létminimum környékén élt az ún. „alacsony Tokióban”, a Sumida folyó partján Kyōbashi és Fukagawa között. A sűrűn lakott ipari negyedek szenvedték el a legsúlyosabb pusztítást 1923. szeptember első hetében, ez volt a halál és a pusztulás központja.

## A korabeli tudósítások

A korabeli világsajtó tudósított a katasztrófáról. *„A táviró összeköttetés megszakadása Tokiót és Yokohamát elszigetelte a városról csupán repülőgépek segítségével lehet hírekhez jutni. Pilóták elbeszélése szerint Tokió ma reggel (szeptember 3. szerző megjegyzése) még mindig ég. A város tizenöt negyedéből csak kettő menekült meg a pusztulástól. Nikko, ahol a császár tartózkodik, sértetlen maradt. Enoshimát, a szent szigetet a tenger elborította.”*<sup>15</sup>

*„A mostani japáni földrengés Japán egyik legvirágzóbb kikötővárosát, a négyszázezer lakosságú Yokohamát és a fővárost, Tokiót döntötte rommá. ... A mostani katasztrófa méreteit a szörványos jelentésekből még nem lehet megállapítani, de már az eddigiekből is kétségtelennek látszik, hogy ez egyike volt a legnagyobb csapásoknak, amelyek edig (sic!) a civilizált emberiséget sújtották (sic!).”*<sup>16</sup>

<sup>15</sup> Tokio és Yokohama pusztulása, Pesti Hírlap, 1923. szeptember 4. p. 3.

<sup>16</sup> Tokio és Yokohama pusztulása i. m. 3. oldal



Genfben a Népszövetségi Tanács megnyitó ülése szeptember 3-án Cook ausztrál delegátus indítványára egyhangúan mély részvétét nyilvánította a Japánt ért katasztrófa miatt, amit a japán megbízottak meghatottan köszöntek meg.<sup>17</sup>

A földrengés és a tűzvész következtében megsérültek a telefon- és távíróvezeték rendszerek, így az embereket Yokohamában és Tokióban a katasztrófa teljesen elvágta a külvilágtól. Nem tudták, hogy az egész ország romokban hever-e, azt sem tudták megítélni, hogy a katasztrófa okozta körülményeik jobbák vagy rosszabbak-e mint más városokban, prefektúrákban.

Az utazást, a közlekedést lehetetlenné tette a vasúti sínek megrongálódtak, a hidak megsérültek, a villamosvasút használhatatlanná vált az áramforrás hiánya miatt, az utakat mindenütt törmelék borította. Minden jelentős újságszerkesztőség leégett. Tájékoztató üzeneteket helyeztek el városszerte, hogy értesítsék a túlélőket a katasztrófa felszámolásával kapcsolatos intézkedésekről, arról, hol léphetnek kapcsolatba a rokonaikkal, valamint a fosztogatások következményeiről.

Szeptember 2-án este a hadsereg Légierő Főparancsnoksága pilótákat küldött Osaka, Yamada, és Shibata városokba, hogy elvigyék a katasztrófa hírét. A katasztrófát követő héten postagalambokkal több, mint 500 üzenetet küldtek különböző városokba.

A Korea gőzös, amely Yokohama kikötőben horgonyzott a földrengés idején, volt az első, amely segélykérő üzenetet küldött. Az első segélykérő üzenetet Tokió kormányzójának küldték el. Nem kaptak választ, hiszen a birodalmi fővárost ugyanúgy sújtotta a földrengés. A második üzenetet Osakába küldték, ezt a dél-kínai partoknál állomásozó amerikai Ázsia Repülőszázad vette. Azonnal 2.500.000 yen értékű árut küldték Yokohamába.

Hasonló segítség jött más hajóktól, aki szintén vették az üzenetet, köztük egy amerikai gőzöstől, amely szállítmányával Hankow kínai kikötőbe (mai nevén Hankou) tartott, de irányt változtatott, és csatlakozott segélyakcióhoz. A földrengés híre szeptember 1-jén este jutott el az Amerikai Egyesült Államokba. Szeptember 3-án John Calvin Coolidge, amerikai elnök kiadott egy kiáltványt, „*az amerikai Vöröskereszt mindent megtesz annak érdekében, hogy segítse a japán földrengés utáni katasztrófa enyhítését.*”<sup>18</sup>

Azonnal humanitárius segélyakciót indítottak, néhány napon belül az amerikai segélyek összege meghaladta a 15,4 millió yent. Összesen mintegy 22 millió yen értékű segély érkezett. Hasonló erőfeszítéseket tett számos ország is, élelmiszert, takarókat, sátrakat és építőanyagokat küldtek. Az amerikai hadsereg és haditengerészet 9 millió dollár segélyt küldött, az összamerikai segély összege a nemzeti GDP 2,4 %-a volt (20 millió dollár).<sup>19</sup>

Az egész világ megmozdult és osztozott Japán gyászában. A világ minden tájáról özönlöttek az adományok.<sup>20</sup>

---

<sup>17</sup> Tokio és Yokohama pusztulása i. m. 3. oldal

<sup>18</sup> How the great Tokyo earthquake in 1923 transformed the Rotary Club in Japan <http://www.westrotary.gr.jp/rotaryjapan1923/material2.html> (2016. március 11.)

<sup>19</sup> Schencking J. Charles: The Great Kantō Earthquake and the Chimera of National Reconstruction in Japan. New York: Columbia University Press, 2013. Chapter 2. Aftermath: The Ordeal of Restoration and Recovery

<sup>20</sup> A tokiói nagy földrengés, <http://www.huszadikszazad.hu/1942-január/tudomány/a-tokioi-nagy-foldrenges> (2016. március 20.)

## STATÁRIUM ÉS HELYREÁLLÍTÁS

Szeptember 2-án a Yamamoto Gonnohyōe kormány veszélyhelyzetet hirdetett ki Tokióban, amely lehetővé tette bármilyen eszköz, áru lefoglalását/igénybevételét, amelyet a károk enyhítésére szükségesnek tartottak. Negyvennyolc óra múlva a veszélyhelyzetet kiterjesztették Tokió, Kanagawa, Chiba és Saitama prefektúrákra is.

Veszélyhelyzeti Hivatal (Emergency Relief Bureau) hoztak létre, élén a miniszterelnökkel (Yamamoto Gonnohyōe admirális) és a belügyminiszterrel (gróf Gotō Shinpei), akik megbízott elnökként és alelnökként tevékenykedtek. Szeptember 4-én, a császár 10 millió yent különített el a károk enyhítésére.

A történelem során a természeti katasztrófák túlélői, mindig bűnbakot kerestek. Rémhírek terjedtek el a lakosság körében, hogy a koreaiak a földrengés utáni helyzetben valamiféle hatalomátvételt terveznek, nőket és gyerekeket gyilkolnak, tüzeket gyújtanak, megmérgezik a kutakat és fosztogatnak. Szeptember 5-én a miniszterelnök figyelmeztette a lakosságot, hogy ezek a rémhírek minden alapot nélkülöznek. Önkéntes csoportok szerveződtek, a vasrudakkal, kardokkal és bambusz rudakkal felszerelt jobboldali aktivisták, esetenként rendőrök, és katonák segítségével az utcákon járőröztek komoly atrocitások érték a koreai lakosságot.<sup>21</sup> Ez arra készítette a kormányt, hogy menedéket nyisson, ahol több mint 3075 koreai lakosnak nyújtottak biztonságot. Ennek ellenére mintegy hatezerre becsülik a legyilkolt koreaiak számát a Kantó régióban.<sup>22</sup>

Szeptember 8-án Tokióban kihirdették a statáriumot, a hadsereg osztotta az élelmiszert és kezdte meg a hosszú újjáépítési folyamatot. A statárium lehetővé tette a lakosság oszlatását, megtilthatták az újságok és a hirdetések megjelenését, elkobozhatták a tulajdont, bármely épületbe bemehettek, megtehettek minden olyan intézkedés, amelyet szükségesnek ítélték a rend helyreállítása és fenntartása érdekében. Azokat, akiket fosztogatáson tetten értek felakasztották vagy lelőtték.

1923. szeptember 20-án Yamanashi Hanzo tábornokot nevezték ki a japán Katonai Közigazgatás Főparancsnokság élére, nem volt ismeretlen számára a nehéz közigazgatási és katonai feladatok ellátása. Tapasztalt katona volt, aki országa három háborújában is részt vett (1894-1895 kínai-japán, 1904-1905 orosz-japán, az első világháború 1914-1918), azonban a harctéri tapasztalatai nem készítették fel arra a feladatra, amellyel Tokió katasztrófája után szembesült. A politikai rend helyreállítása, a segítségnyújtás és helyreállítás az érintett területeken nagyobb kihívást jelentett, mint bárki - Yamanashit is beleértve - gondolta volna. A túlélők mindenben - élelmiszer, víz, gyógyszer, orvosi ellátás, fedél és ruha - hiányt szenvedtek. Leg-

<sup>21</sup> Az önkéntes csoportok 125 tagja ellen emeltek vádat a katasztrófa után, ebből csak harminckettőt ítélték el, kilencvenegy kapott felfüggesztett büntetést, két főt felmentettek. A japán parlamentben, a birodalmi gyűlésben Tabuchi Toyokichi képviselő kijelentette, hogy a gyilkosság embertelen cselekmény volt és követelte, hogy a kormány kérjen bocsánatot a koreai áldozatoktól. Nem adtak ki hivatalos bocsánatkérést.

The Great Kanto Earthquake of 1923, <http://www.greatkantoearthquake.com/> (2016. március 20.)

<sup>22</sup> A húszas és harmincas években a japán hatóságok attól féltek, hogy ha az atrocitások nyilvánosságra kerülnek, a nemzetközi közvélemény elítéli az országot. Huszonkét évvel az események után, a II. világháború végén tették hozzáférhetővé a kutatók számára a hivatalos dokumentumokat. A Japánban élő koreaiak szeptember 1-jén a meggyilkolt koreai áldozatokra emlékeznek. In: Keith Suter i. m.

aggasztóbb azonban az volt, hogy a katasztrófa órái után a városok anarchiába és káoszba süllyedtek. Így a természeti katasztrófa humanitárius katasztrófává változott.

A kormány országszerte mozgósította a hadsereget Tokió és Yokohama városokba történő bevetésük érdekében. 52.000 fő érkezett Kelet-Japánba a rend helyreállítására, a károk és a helyreállítási erőfeszítések segítése, és a sérült infrastruktúra javítása érdekében. Tíz napba telt a stabilitás, a nyugalom és a közrend helyreállítása. Rendkívüli és embert próbáló volt a feladat, a japán állandó hadsereg minden ötödik tagját Tokióba és Yokohamába vezényelték.

Az egészségügyi ellátás és segélynyújtás az első napokban komoly akadályokba ütközött, mivel nagyon sok kórház, klinika és elsősegélyhely pusztult el. A súlyos károk a városi infrastruktúrákban megnehezítették a gyógyszer ellátmány és a személyzet (orvosok, nővérek, ápolók) eljutását az érintett területekre.

A földrengés megrongálta vízvezeték hálózatot. Az iható víz hiánya a túlélőknek és a mentésben résztvevő erőknél óriási problémát okozott, és akadályozta a tüzek megfékezését/oltását is. A víz-és élelmiszerhiány még súlyosabb és aggasztóbb volt. A hadsereg és a haditengerészet 120.000 adag katonai élelmiszercsomagot osztott ki a polgári lakosságnak. A hadihajók rizst szállítottak a katonai raktárakból (Kobe, Osaka, Kure, Sasebo). Egy héttel a katasztrófa után a haditengerészet dokkokat, mólókat javított és épített, azért, hogy a segélyeket szállító hajók lehorgonyozhassanak a kikötőben.

A hadsereg a szárazföldi infrastruktúra javításánál segédkezett: 3000 sérült vasúti kocsit és gazdátlan maradt villamost távolítottak el Tokióból, 85 kilométernyi vasúti pályát és 27 ideiglenes hidat építettek újjá, hogy megkönnyítsék a nélkülözhetetlen segélyszállítmányok eljuttatását.

Tokióban az elektromos világítást az 1. távíró ezred szolgáltatta fényszórók és lámpák segítségével. Yokohamában nem volt ilyen segítség, ezért a város napokon keresztül sötétben maradt. Miután a fővárosban helyreállították az áramszolgáltatást, a világító eszközöket átvitték Yokohamába. A műszaki alakulatok megkezdték a vasutak, a távírók, az utak és a hidak helyreállítását, az egészségügyi szolgálat pedig a több ezer sérült ellátásában segédkezett.

Szeptember 16-21. között több mint két millió embert részesítettek rizsadagban. Az év végéig 151 millió liter vizet szállítottak Tokió és Yokohama városokba. 1924. április 10-ig folyamatosan ellátták a lakosság élelmiszeradagokkal.

A katasztrófa utáni Tokióban a kitelepített lakosság lakhatásának megoldása hosszabb távú probléma volt. A két leginkább érintett városban 800.000 embert evakuáltak ideiglenesen szeptember 1. után, de sokan mások önzöltek a parkokba vagy más nyílt terekre, a fővárosba. Közel 6000 menekült házakat épített fel a Meiji Shrine-ban, 9500 az Ueno parkban, és 7000 a Hibiya parkban. A város vezetői ideiglenes barakk házak építésébe kezdtek. Több mint félmillió hajléktalan visszatért oda, ahol egykor a házuk állt, és ideiglenes bodegákat húztak fel.<sup>23</sup>

Megdöböntöek voltak a földrengés és tűzvész utáni veszteségek az emberéletben, az anyagi károk is jelentősek voltak. Számos iparág semmisült meg, a munkanélküliség pedig azonnal

---

<sup>23</sup> J. Charles Schencking i. m. Chapter 2. Aftermath: The Ordeal of Restoration and Recovery

jelentkező és tartós probléma volt. A Szociális Ügyek Hivatal kimutatása szerint a lakosság 45,04 %-a veszítette el a munkáját. Az 1920-as évek elején Japánnak virágzó és fejlődő gazdasága volt. Míg Európa nagy része még a Nagy Háború következményeit viselte, addig Japán relatív gazdasági jólétet élvezett. A földrengés előtt Yokohama virágzó nemzetközi kikötő volt. Utána lassú volt az újjáépítés, a külföldi befektetők pedig nem szívesen vettek részt benne. A külföldi tudósítók a romokban heverő főváros kapcsán azt írták, hogy évtizedekbe telik mire visszanyeri az eredeti jóléti színvonalat és jelentőségét.

## Az áldozatok

Az 1923-as katasztrófa egy sor olyan gyakorlati döntés meghozatalára kényszerítette a túlélőket és a felszámolásában részt vevőket, amelyre nem volt példa a modern japán történelmében. A nagy Kantó földrengésben összességében többen haltak meg, mint a kínai-japán, az orosz-japán háborúkban és az első világháborúban.

A nagyszámú civil áldozattal a járványveszély miatt sürgősen tenni kellett valamit. Az első legfontosabb szükségszerűen megoldandó feladat a halottak összegyűjtése és elszállítása az utcákról, a nyílt terekről, és Tokió vízi útjaiból volt. Városszerte tizenöt gyűjtőpontot jelöltek ki, 300-nál is több városi alkalmazott szállította oda a halottakat motoros és lovas kocsikkal, és szekerekkel. Az oszakai Mainichi Shimbun arról számolt be, hogy szeptember 11-ig 47.200 holttestet, a Tokió folyóiból és csatornáiból 10.525 halottat szállítottak a központi gyűjtőhelyekre.

A holttestek jelentős részét, mintegy 85 %-át elhamvasztották. Városi tisztviselők, rendőrök, segélyhivatal munkatársai és buddhista szerzetesek regisztrálták az összegyűjtötteket. Átvizsgálták őket egyéni azonosítás céljából, az értékeiket (gyűrűk, órák, ékszerek, pénz) összegyűjtötték. Az újságok arról tudósítottak, hogy tilos a halottak meggyalázása és a fosztogatás. A Honjo raktár elborzasztó helyszín volt, egymás hegyén-hátán feküdtek a halottak, ott a helyszínen tömegesen hamvasztották el őket. A többi helyszínről is odavitték a maradványokat.

Nagata Hidejirō, Tokió polgármestere javaslata szerint a park rendkívüli emlékhellyé vált. Negyvenkilenc nappal a katasztrófa után, október 19-én az elhunytakért imádkoztak, politikusok rótták le a helyszínen a kegyeletüket. Kasuya Yoshizō, a japán parlament szóvivője megfogalmazta a japán nép előtt álló feladatot: „...*egyesíteni az erőfeszítéseinket, és újjáépíteni a nemzet...*”,<sup>24</sup>

A régi, lakatlan telek helyén egy emléksarnok áll, ahol több mint 40 ezer ember hamvait őrzik az urnák, akik alig 15 perc leforgása alatt ott égtek halálra. Az 1923-as áldozatok mellett, ez a csarnok őrizi annak a több mint 100 ezer embernek a hamvait is, akik 23 évvel később 1945 márciusában az amerikai gyújtó bombáktól haltak meg Tokióban.

## A szemtanúk beszámolói

A túlélők még évek múlva is iszonyattal emlékeztek vissza azokra a percekre. Kilencven évvel a nagy kantói földrengés után, 2013 szeptemberében az áldozatokra emlékezve riportot készítettek Tei Hidakaval, a katasztrófa túlélőjével, aki akkor Yokohama kínai városnegyed-

<sup>24</sup> J. Charles Schencking. i. m. Chapter 3. Communication: Constructing the Earthquake as a National Tragedy

ében hivatalnokként dolgozott. A katasztrófa után a túlélőknek segített városszerte, „*Angyal érkezett a katasztrófa sújtotta területre*” címen írtak róla az újságok, a prefektúra kitüntetésben részesítette hősiességéért.<sup>25</sup>

Megjelent Otis Manchester Poole visszaemlékezése és naplója is, aki Yokohama nyugatiak lakta kerületében élt a családjával, feleségével és fiaival. Leírta a szörnyű nap eseményeit és a családja megmenekülése történetét. „*„Alig tértem vissza az asztalomhoz, amikor minden figyelmeztetés nélkül jött az első dübörgő földrengés, az émelyítő ingás, a gerendák ördögi reszegése, néhány másodpercen belül, a felfordulás crescendója, ahogy a padló emelkedni és süllyedni kezdett/mozogni kezdett és az épület részegen tántorgott.....a falak kidagadtak, mintha kartonpapírból lettek volna, szörnyű volt a lárma, a zaj.....Hogy meddig tartott, nem tudom. Örökkévalóságnak tűnt, de a hivatalos források szerint négy perc volt....*”<sup>26</sup>

Poole a közeledő tűzvész elől, a Brit Haditengerészeti Kórházból (British Naval Hospital) menekítette a családját a tengerpart, a kikötő irányába. Nem Ő volt az egyetlen, aki a helyi és külföldi hajókon keresett menedéket. Az éjszakát a család a Daimyo jacht fedélzetén töltötte, majd több száz külföldivel együtt Kobe városába menekítették. Másnap reggel a tengervízbe szivárgó olaj lángra kapott, örült tülekedés és kétségbeesett kapkodás következett, a kikötőben horgonyzó hajók a nyílt tengerre igyekeztek, mielőtt lángok martalékává váltak volna. Poole felesége és a gyerekei három hónapot töltöttek Sanghajban, decemberben tértek vissza Japánba, ahol ismét egyesült a család Kobe-ban.<sup>27</sup>

Elemmezve a földrengés következményeit megállapítható, hogy bár Japán évszázadok óta együtt él a földrengésekkel, nem a nagy Kantó földrengés magnitúdója, hanem a nagyszámú áldozatok, és a birodalmi főváros, valamint a kikötő teljes pusztulása teszi azt mindörökké emlékeztetővé. A korabeli tűzveszélyes épületek, a szén és fatüzelésű tűzhelyek csak fokozták a földrengés okozta károk nagyságát. A Honjo raktárnál végigsöprő hatalmas tűzvész tízezrek életét oltotta ki. A nemzetközi sajtó világszerte tudósított a Tokiót és Yokohamát romba döntő földrengésről. Példátlan humanitárius segélyakció indult Japán megsegítésére. A kormány a veszélyhelyzet kihirdetése után a hadsereg mozgósításával azonnal megkezdte a károk felszámolást, az infrastruktúra helyreállítását, a lakosság ivóvízzel és élelemmel történő ellátását, a járványveszély megakadályozása érdekében az áldozatok elhamvasztását.

## MÉRFÖLDKŐ A JAPÁN TÖRTÉNELEMBEN

Még napok múlva is parázslottak az elhagyatott romok, szinte lehetetlen volt megmondani mi lett a földrengés és mi a tűzvész martaléka. A földrengés hatalmas károkat okozott. 1909-ben a bruttó nemzeti vagyon 86 milliárd yen volt, a földrengés okozta károkat 5.5 és 10 milliárd yen közé teszik. A korabeli becslések szerint 105.000 ember veszítette életét, 30.000 fő sebe-

<sup>25</sup> Survivor of 1923 Great Kanto Earthquake, <http://japan-editor.blogspot.hu/2013/09/blog-post.html> (2016. március 10.)

<sup>26</sup> Charles D. James: The 1923 Tokyo Earthquake and Fire, Berkeley University of California, 2002., p. 1.

<sup>27</sup> Poole Genealogical - Richard Armstrong Poole <http://www.antonymaitland.com/rapoole1.htm> (2016. március 8.)

sült meg és 250.000 veszítették el állásukat, tizenhét prefektúrában (elsősorban Tokióban) a 2.288 millió háztartásból 554.000 otthon semmisült meg.<sup>28</sup>

Sokan remélték, hogy egy grandiózus, lenyűgöző főváros épül fel a katasztrófa után. Mások úgy vélték, hogy az erkölcsi, gazdasági és szellemi megújulással együtt jár az újraépítkezés.

Ma Tokió a világ legnépesebb metropolisza, 2015-ben 37.2 millió lakosa volt.<sup>29</sup> A világ második legnagyobb gazdaságának központja, tőzsde és az üzleti világ centruma. Az ország kiemelten fontos világkereskedelmi partner. Megnyugtató lehet az a tudat, hogy ma, kilencvenhárom évvel a katasztrófa után Japán felkészült az ilyen méretű természeti katasztrófákra. A rendkívül tűzveszélyes faházakat, és a téglalapítményeket felváltották az ellenállóbb épületek, amelyek szigorú tűzvédelmi előírásokkal rendelkeznek. A modern nagyvárosokban ugyanakkor sokkal több tűzveszélyes szolgáltatás és termék található (pl. a kikötőkbe települő olajfinomítók).

Tokió régi feltöltött területei egy földrengés során megsüllyedhetnek, a város fő veszélyes anyagokat tartalmazó ipari üzei ilyen területeken helyezkednek el. A városi építmények jelentős részét, elsősorban a középmagas betonépületeket, még az 1974-ben bevezetett, majd 1981-ben megszigorított földrengés előtt szabványok szerint építették. Többségüket az II. világháború után emelték, amikor a falusi lakosság beáramlott a városba. Ezek többsége összeomlana egy 7,2-es magnitúdójú földrengés során. A város vezetőinek véleménye szerint egy ilyen erősségű földrengés során csak Tokióban több mint 7000 ember halna meg, 160,000 fő megsebesülne, 2,3 millió lakos válna hajléktalanná és több mint 500,000 épület dőlne romba.<sup>30</sup>

A földrengés előrejelzések és a foganatosított óvintézkedések ellenére, a természeti katasztrófákra nem tudtak a japánok felkészülni. Ezt az 1995. január 17-i Kobe/Hanshin-i 7,2 magnitúdójú földrengés is alátámasztotta, hatezer életet követelt, 120 milliárd US dollár kárt okozott. Nincs az a kiképzés, amely felkészítheti a mentőcsapatokat a kaotikus állapotokra, az összedőlt házakra, az elzárt utakra, a forgalmi torlódásokra, a megsérült vízvezetékrendszerre. A Kobe-i tragédia is rávilágított arra, hogy az önmentés és a másoknak nyújtott segítség nem működött, mert a japán jóléti és hierarchikus társadalomban sok ember helytelenítette azt, hogy olyan munkát végezzen, amelyre nem kapott felhatalmazást.

1960 óta szeptember 1-je Japánban a Katasztrófamegelőzés Napja. Ez az egyetlen ország, ahol a földrengések előrejelzésére nagy kutató programot finanszíroznak. A japán lakosság többségét (kiskorú gyerek, idős felnőtt) kiképezték a földrengés során követendő legfontosabb szabályokra. Tudják, hogy a leeső tárgyak, a felboruló bútorok és a pánik jelenti a legnagyobb veszélyt egy földrengés során. Ezen a napon országszerte földrengés szimulációs gyakorlatot

<sup>28</sup> Peter Duus: The Cambridge History of Japan Volume 6 The Twentieth Century, Cambridge University Press, 2008. 476. oldal

<sup>29</sup> <http://www.gulfbusiness.com/articles/insights/revealed-top-10-most-populous-cities-in-the-world/> (2016. március 18.)

<sup>30</sup> Keith Suter: The 1923 Tokyo earthquake: Implications for today, The Free Library. 2005 Contemporary Review Company Ltd. 13 Mar. 2016 pp. 229-232.  
<http://www.thefreelibrary.com/The+1923+Tokyo+earthquake%3a+implications+for+today.-a0133016639> (2016. március 20.)



tartanak.<sup>31</sup> Szeptember 1-je a nyári szünet utáni első tanítási nap. Sok általános és középiskolában ezen a napon tartanak evakuálási gyakorlatot.<sup>32</sup>



2. ábra A Katasztrófamegelőzés Napja<sup>33</sup>

## Előrejelző rendszerek

A 20. században Japán a modern technika segítségével hatékony figyelőrendszert épített ki a természeti katasztrófák előrejelzésére. 1952 óta a Japán Meteorológiai Szolgálat cunami riadószolgálatot működtet. Az ország területén több mint 300 érzékelő állomás - ebből 80 víz alatti - működik a nap 24 órájában. A nyílt tengeren is vannak érzékelők a hullámok mozgásának figyelésére és regisztrálására. Az adatokat hat regionális központban, és a tokiói centrumban értékelik. Amennyiben az adatok cunami kialakulását valószínűsítik, akkor a Meteorológiai Szolgálat 3 percen belül cunami riadót hirdet, amelyet minden TV- és rádióállomás közzétesz. A vizsgálórendszer olyan hatékony, hogy meg tudják állapítani a szökőár magasságát, sebességét, és a japán partokra érkezésének várható helyét és idejét. Ha szükségesnek látszik, meghirdetik az evakuálást is, legkésőbb 10 perccel az árhullám várható érkezése előtt. A helyi hatóságokat, a központi kormányzatot és a katasztrófa-elhárító szolgálatot és szervezeteket is értesítik a várható természeti csapásról. A figyelőrendszer mellett komoly parti védművek is óvják Japán partjait a szökőártól. Sizuoka prefektúrában, a leginkább cunami veszélyeztetett tengerparton 258 kiépített cunami- és földrengés biztos menedékhelyet építettek ki. A magas, erős védőfalak a tengerparton, a földrengés biztos építkezés a figyelőrendszerrel együtt igyekszik hatékony védelmet biztosítani Japánnak a szökőárral szemben.<sup>34</sup>

A Csendes-óceán térségében 1965-ben kiépült a riasztórendszer (Pacific Tsunami Warning Center)<sup>35</sup> a térségében legalább huszonhat országot védő szökőár-előrejelző rendszer, amely a

<sup>31</sup> Japan holds nationwide quake drill on Disaster Prevention Day, Kyodo News International on Sep 1, 2013, <http://www.globalpost.com/dispatch/news/kyodo-news-international/130901/japan-holds-nationwide-quake-drill-disaster-prevention> (2016. március 20.)

<sup>32</sup> Disaster Prevention Day, <http://web-japan.org/kidsweb/explore/calendar/september/bousai.html> (2016. március 20.)

<sup>33</sup> Croesy Ceiliog School, GCSE Geography Revision Website, <http://croesy-gcse-geography.doomby.com/medias/images/disaster-prevention-day.gif> (2016. március 18.)

<sup>34</sup> Meskó Attila: Szökőárak, földrengések tegnap és ma, História, 2005. XXVII. évfolyam, 8. szám pp. 3-9.

<sup>35</sup> Pacific Tsunami Warning Center, <http://ptwc.weather.gov/> (2016. március 20.)



földmozgásokat és a tengerszintet figyeli. A mélyvízben a szökőár több mint 800 km/óra sebességgel haladhat, ám mivel a nyílt tengeren/óceánon magassága egy méternél is alacsonyabb lehet, a megbízható érzékelés létfontosságú.

A Japán Meteorológiai Szolgálat (Japan Meteorological Agency, JMA) az ország lakosait a Földrengés Korai Figyelmeztető (Earthquake Early Warnings) rendszeren keresztül értesíti. Az új rendszer a földrengés kezdetekor azonnali riasztásokat küld, értékes másodperceket biztosítva ezzel az emberek számára, hogy megvédjék magukat, mielőtt az erős rengés érkezik.

A 2007. október 1-én a szolgálat elindította a földrengés korai előrejelző szolgáltatást a média, a TV és a rádió segítségével. Aktívan figyeli a szeizmikus és vulkáni tevékenységet az ország egész területén, figyelmeztetéseket és információkat ad a földrengések, szökőárak és a vulkánkitörések által okozott károk mérséklése érdekében. A földrengések figyelemmel kísérése érdekében földrengés megfigyelő hálózatot (200 szeizmográfot, 600 szeizmikus intenzitás mérőt) működtet. Összegyűjti a helyi önkormányzatok és a Földtudományi és Katasztrófavédelmi Nemzeti Kutató Intézet (National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention)<sup>36</sup> által működtetett 3600 szeizmikus intenzitásmérő adatait. Az összegyűjtött adatok valós időben eljutnak a Földrengés Jelenségek Megfigyelő Rendszer (Earthquake Phenomena Observation System) tokiói központjába és az Osaka Kerületi Meteorológiai Observatóriumba (Osaka District Meteorological Observatory).

Földrengés esetén a JMA azonnal információkat küld a rengés epicentrumára, magnitúdójára és a megfigyelt szeizmikus tevékenységre vonatkozóan. Amennyiben a szeizmikus aktivitás erősebb a hármasnál, akkor másfél percen belül Szeizmikus Intenzitási Információt ad ki.<sup>37</sup> Az információt a katasztrófa megelőzésében illetékes hatóságok közvetlen vonalakon kapják meg, a nyilvánosságot a helyi önkormányzatok és a média tájékoztatja. Az információ fontos szerepet játszik a földrengéshez kapcsolódó mentési munkálatok megindításában és a helyreállítási munkálatokban is.

A JMA honlapján a lakosság számára is elérhető fontos információk találhatók: időjárás előrejelzés, valós idejű földcsuszamlás kockázati térkép, tengeri (tájfú, vihar, szélvihar) figyelmeztetés, trópusi ciklonokra vonatkozó információk, földrengés-, vulkánkitörés és vulkáni hamu előrejelzés.

Bármilyen jónak és megbízhatónak is véljük az előrejelző rendszert, a természet 2011. március 11-én Fukushimában megmutatta (földrengés, cunami), hogy nem lehet felkészülni a lehetetlenre, az elképzelhetetlenre. Az előrejelző rendszer önmagában működhet tökéletesen, a leggyengébb láncszem, azonban mégis a rendszert működtető ember, a katasztrófa elhárításban érintett állomány reagáló képessége. További kritikus tényező a védelmi szervek reagálóképessége, és a jelzések továbbítása a lakosság felé, valamint a lakosság reakciója a jelzésekre.

<sup>36</sup> Lásd a Földtudományi és Katasztrófavédelmi Nemzeti Kutató Intézet hivatalos honlapját, <http://www.bosai.go.jp/e/> (2016. március 20.)

<sup>37</sup> Lásd a Japán Meteorológiai Intézet honlapját, [http://www.jma.go.jp/en/quake/quake\\_sindo\\_index.html](http://www.jma.go.jp/en/quake/quake_sindo_index.html) (2016. március 20.)

## ÖSSZEGZÉS

A Kantó, mint a földrengés okozta csapás él a japán emberek emlékezetében. A természeti katasztrófát súlyosbította, hogy a városok jelentős részének rendkívül magas volt a népsűrűsége, sok volt a magas épület, hiányoztak a széles menekülési útvonalak, a városban földalatti olaj-és gázvezetékek húzódtak, és folyamatosan csökkent a városi parkok és zöldfelületek területe.

A földrengésnek hosszú távú hatása és következményei voltak. A természeti katasztrófát túlélők először a történelem során a modern technológia segítségével kaptak nemzetközi segítséget. A katasztrófa sújtotta terület, Japán többi részétől, és a világtól is el volt vágva, mégis a tengerentúli földrengésjelző monitorok érzékelték a katasztrófát. A külföldi hajók továbbították a híreket, segélyszállítmányokat vittek a kikötőkbe, és segítettek a külföldiek kimenekítésében is. Japánnak nagy szüksége volt a nemzetközi segítségre, mert a Kantó-síkság volt az ország legnagyobb mezőgazdasági régiója, a földrengés során, raktárak omlott össze és égtek le. A tél folyamán, amerikai konzerveken éltek az emberek.

A katasztrófa után teljesen új, modern város épült fel. Az újjáépítési folyamatban, az egy- és kétemeletes fa és téglá szerkezetű házakat felváltották a modern öt- hatemeletes európai stílusú beton és acél épületek. A földrengés után, Goto Shinpei megszervezte Tokió újjáépítési tervét, modern úthálózatot, vasutat és közszolgáltatást építettek ki. Tokió-szerte parkokat alakítottak ki, amelyek menedéket nyújtó helyek voltak. A középületeket szigorúbb építészeti előírások szerint tervezték és építették fel, mint a magán épületeket, mert azok menekültek elhelyezésére is szolgáltak. 1927-ban adták át az első földalatti vasúttrendszert, 1931-ben pedig az új repülőteret. Tokió lakossága 1935-ben már nagyobb volt (6.360.000 fő), mint a földrengés előtt, nagysága közelített Londonéhoz és New Yorkéhoz.

1930. március 24-én több mint egy millió tokiói lakos vett részt Tokió újjászületését ünneplő egyhetes eseményen. Az ünnepségcsúcspontja az a 35 km-es városi túra, amelyen Hirohito császár, az uralkodó is részt vett. 1924 és 1930 között 744 millió yent fordítottak a város újjáépítésére, ebből 488 milliót az utak, a csatornák, a hidak építésére és területrendezésre fordították. A szociális jóléti létesítményekre mindössze a költségvetés 0,6 %-át költötték. <sup>38</sup>

A 21. századi Tokió egy katasztrófa romjaiból újjászületett város, amelyet még most is kísértenek a múlt borzalmas árnyai és traumái. A földrengés, a tűzvész és a tűztornádó után, a város egyszer s mindenkorra megváltozott. A földrengés és a következményei kezelésének elemzése olyan tényeket tár fel, amelyek napjainkban is tapasztalatként szolgálhatnak a szakemberek számára, különös tekintettel az előrejelzésre, valamint a lakosság védelmére.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

1. 1923, The West Australian (Perth): January 1, 1924. p. 4.
2. A tokiói nagy földrengés, <http://www.huszadikszazad.hu/1942-januar/tudomany/a-tokioi-nagy-foldrenges> 2016.03.08.

---

<sup>38</sup> J. Charles Schencking i. m. Chapter 8. Readjustment: Reconstructing Tokyo from the Ashes

3. Brezsnyánszky Károly: „És mégis mozog a Föld”, *História*, 2011. 4. szám, pp. 24-25.
4. Harder, Steven: Earthquake Source Fault Beneath Tokyo, *Science*, 2005, Vol. 309 No. 5733, pp.462-464.
5. Hornyacsek Júlia: Földrengés! Fel vagyunk készülve? *Hadmérnök*, 2011. VI. évfolyam 1. sz. pp. 276-295.
6. How the great Tokyo earthquake in 1923 transformed the Rotary Club in Japan  
<http://www.westrotary.gr.jp/rotaryjapan1923/material2.html>
7. James, Charles D.: The 1923 Tokyo Earthquake and Fire, Berkeley University of California, 2002., p. 5 2016.03.11.
8. Japan after the earthquake, *The Register* (Adelaide), December 13, 1923. p. 8.
9. Japan Meteorological Agency, <http://www.jma.go.jp/jma/indexe.html> 2016.03.20.
10. Meskó Attila: Szökőárak, földrengések tegnap és ma, *História*, 2005. XXVII. évfolyam, 8. szám pp. 3-9.
11. National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention,  
<http://www.bosai.go.jp/e/> 2016.03.20.
12. Office of U.S. Foreign disaster assistance, Disaster history report, 10 November 1992. p. 113.  
<http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Mayo2004/pdf/eng/doc14794/doc14794-d.pdf>  
2016. 02. 21.
13. Pacific Tsunami Warning Center, <http://ptwc.weather.gov/> 2016.03.20.
14. Poole, Otis Manchester: The Death of Old Yokohama: In the Great Japanese Earthquake of 1923, Routledge Library Editons, Japan, 2013, p. 140
15. Schencking, J. Charles: The Great Kantō Earthquake and the Chimera of National Reconstruction in Japan. New York: Columbia University Press, 2013.
16. Siposné Kecskeméthy Klára: Az 1755. évi lisszaboni földrengés, *Műszaki Katonai Köz-löny*, XXV. évfolyam, 2015. 2. szám. pp. 159-172.
17. Suter, Keith: The 1923 Tokyo earthquake: Implications for today, The Free Library. 2005 Contemporary Review Company Ltd. 13 Mar. 2016 pp. 229-232.
18. Tectonics and Volcanoes of Japan,  
[http://volcano.oregonstate.edu/vwdocs/volc\\_images/north\\_asia/japan\\_tec.html](http://volcano.oregonstate.edu/vwdocs/volc_images/north_asia/japan_tec.html) 2016. 03. 10.
19. The 1923 Tokyo Earthquake and Fire, <http://nisee.berkeley.edu/kanto/tokyo1923.pdf> 2016. 03.20.
20. The earthquake in Japan, *The Sydney Morning Herald*, September 4, 1923. p. 10.
21. The Great Kanto Earthquake of 1923, <http://www.greatkantoeearthquake.com/> 2016.03.24.
22. Tokio és Yokohama pusztulása, *Pesti Hírlap*, 1923. szeptember 4. p. 3.
23. Usami, Tatsuo: Earthquake Studies and the Earthquake Prediction System in Japan *Journal of Disaster Research* 2006, Vol. 1 No. 3 pp. 416-433.
24. Wackernagel, Matis-Rees, William (1996): Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth. Gabriola Island, BC: New Society Publishers, p. 160.
25. Weisenfeld, Gennifer: Imaging disaster: Tokyo and the visual culture of Japan's Great Earthquake of 1923, University of California Press, 2012. p. 393
26. Worldometers, <http://www.worldometers.info/world-population/> 2016. 03.10.

Csege Gyula<sup>1</sup>

## MAGYARORSZÁGOT ÉRINTŐ MIGRÁCIÓS HULLÁM A ROBBANTÁSOS CSELEKMÉNYEK KOCKÁZATÁNAK TÜKRÉBEN (MIGRATION WAVE CONCERNING HUNGARY IN THE MIRROR OF THE RISK OF THE BOMB PLOTS)

*Az elmúlt évben jelentős változások történtek a migrációs környezetben, amely érintette hazánkat is. Soha nem látott bevándorlási hullám érte el Magyarországot, amelynek alapvetően tranzit ország szerep jutott. Az alapvető bombafenyegetettség azonban a migrációval összefüggésben minden bizonnyal növekedett. A magyar politikai döntéshozók, a szakértők és a rendvédelmi szervek vezetői kiemelik, hogy hazánk terror fenyegetettsége nőtt és folyamatosan magasabb szinten áll, mint a 2015-ös migrációs hullámot megelőzően. Tanulmányomban a migráció és a fenyegetettség kapcsolatát vizsgálom, a civil biztonsági szektor elemeit is áttekintve. A téma feldolgozásában a biztonságpolitikai lehetőségek és változások is szerepet kapnak, valamint kitérek a technikai területre is.*

**Kulcsszavak:** migráció vagyonsvédelem, biztonságtechnika, jogszabályi környezet, robbantásos merénylet

*In the past year there have been significant changes in the migration context that has affected our country. Unprecedented immigration wave reached Hungary, which is basically a transit country's role. However, the basic bomb threatening in the context of the migration would certainly be increased. The Hungarian policy makers, experts and leaders of law enforcement agencies stress that our country's terror threat level is higher and the growing as the 2015. years migration wave. Study I on the relationship between migration and the threat to the security of the civilian sector in it. The theme changes the processing of legislative options and also role and I discuss the technical area.*

**Keywords:** migration safeguarding, safety technology, regulatory context, bombings

## BEVEZETÉS

A magyar társadalom befogadó beállítottságúnak tekinthető, számításba véve a történelmi körülményeit. A geopolitikai helyzetünk és a kisebbségpolitikánk alapvetően erre az irányra terelte közösségünket, hiszen számos alkalommal a honfoglalás után más népcsoportok, migránsok települtek hazánk területére. Ezek jelentős része asszimilálódott, mint a kunok vagy a jászok, de akadtak olyan csoportok is, akik megtartották identitásukat, mint a hazánk területén jelenleg is élő román vagy a szlovák kisebbség.

A 2013-tól tartó migrációs változások teljesen más természetűnek bizonyultak, akár biztonságpolitikai aspektusból is. A tanulmányomban a migrációs változásokkal, majd az ezzel összefüggő biztonsági kihívásokkal kapcsolatos kérdéseket kívánom bemutatni, ezen belül is (szűkebb értelemben véve) a magán biztonsági szektorra vonatkozóan.

---

<sup>1</sup> Óbudai Egyetem, Biztonságtudományok Doktori Iskola, e-mail: gyulacsege@gmail.com

## A MIGRÁCIÓRÓL MAGYARORSZÁG VISZONYLATÁBAN

A migráció gazdaságélénkítő és társadalmi hatásait európai regionális nagyhatalomnak értékelhető országok, mint például Németország tekintetében jól láthatjuk. Németországban a 82 milliós lakosságból 7,5 millió fő, majdnem a lakosság egytizede migrációs háttérrel rendelkezik [Molnár, 2012]. A jelentős számú török, olasz, görög, lengyel, orosz és délszláv kisebbség társadalmi integrálása mellett, illetve ezt kiaknázva a Világbank kutatása és állásfoglalása szerint a Föld országai között a 4. legerősebb gazdaság a GDP alapján. [Gross domestic product, 2013]

Hazánk tekintetében a migráció pozitív hatásai napjainkban is egyre erősebben érzékelhetők, hiszen a korfa szerint előregedő és csökkenő lakosságú Magyarországon, a kormányzati intézkedéseknek köszönhetően 2010-től 2014-ig, 630 ezer magyar állampolgárságot adtak ki [Németh, 2014] a hatóságok magyar származású, külföldön élő személyeknek. Ezek a személyek megítélésem szerint többnyire azért igényelték az állampolgárságot, hogy rövid vagy középtávon az Európai Unió területén éljenek, illetve tartózkodjanak.

A migráció másik vetülete az illegális, jórészt gazdasági migráció kérdése, amely illegális úton érkezik hazánkba és többnyire nem versenyképes szakmákat ismerő, itt letelepedni szándékozó személyeket takar. Ez a csoport nem azonos a Németországba letelepedett és ott asszimilálódó lakossággal tekintettel arra, hogy tranzit ország vagyunk a hivatalos migrációs álláspont szerint, amelyben a képzetlen munkaerőnek kormányzati programok segítenek felzárkózni és közmunka keretében foglalkozást biztosítani. A magyar munkanélküliségre jellemző, hogy a jelenlegi 7% körüli magyar munkanélküliséget adó társadalmi réteg túlnyomó többségét az alapfokú végzettségűek és az érettségi nélküliek adják. [KSH, 2015]

A feltárt körülmények alapján nem beszélhetünk a gazdasági potenciál növekedéséről a gazdasági migránsok tekintetében, mert ezek a bevándorolt személyek hosszú évekig a menekülttáborokban, vagy a menekültekre vonatkozó szociális hálóval képesek csak a létfenntartásra.

Beszélhetünk még a nemzetpolitikai okokról vagy a tolerancia szint növekedéséről. Jelen esetben ez sem lehet komoly előny a 2015-ös migrációs hullám tagjai tekintetében, mivel ezek a személyek nem jelentenek komoly kisebbségi nyomást, és a lakosság tolerancia javulása is megkérdőjelezhető általuk<sup>2</sup>. Esetlegesen a vallási és kulturális sokszínűsége bővíthet hazánknak, de a létszámot és a Nyugat-Európában szemlélhető etnikai zártságot<sup>3</sup> alapul véve igen kis változtató hatása lenne Magyarországra.

Jelen esetben inkább a migráció negatív hatásai lehetnek fontosak, amelyek között megtalálhatók a virológiai-, gazdasági-, politikai-, társadalmi-, és terror irányú kockázatok, intolerancia, valamint ember-, szerv-, kábítószer-, fegyver- és robbanóanyag kereskedelem.

<sup>2</sup> A magyar kormány 2015-ben kérdőíves módszerrel a lakosság körében a migrációs témában felmérést végzett <http://nemzetikonkonzultacio.kormany.hu/>

<sup>3</sup> Constantina Badeaa, Abdelatif Er-rafiyb, Peggy Chekrouna, Jean-Baptiste Légala, Patrick Goslinga Ethnic in-group evaluation and adhesion to acculturation ideologies: The case of Moroccan immigrants in France.

Egészségügyi kockázatot elsősorban az illegális migránsok<sup>4</sup> jelentenek, akik – szemben a legális úton érkező migránsokkal – az esetek döntő részében egészségügyi szűrés nélkül kerülnek kapcsolatba a befogadó ország társadalmával. Az indulási országok sokszor alacsony gazdasági állapotából egyenesen következik, hogy az egészségügyi, járványügyi helyzetük messze elmarad az elvárt normáktól. Mindezen túl a migránsok több ezer kilométert tesznek meg kamionok, hajók rakterében, anélkül, hogy szükségleteiket emberi módon ellátnák. Az út során – mely általában 1-3 hónap – sokuk meghal, illetve olyan súlyosan legyengül, hogy a betegségeknek, fertőzéseknek fokozottan ki vannak téve. Az illegális migráció jellemzője, hogy a migránsok a hatóságokat kerülve, rejtőzködve utaznak, növelve így a fertőzések, betegségek kockázatát. A leggyakrabban előforduló betegségek a rüh, a Hepatitis, a vérhas, a hastífusz, az AIDS, de nem zárható ki ettől sokkal veszélyesebb (H1N1, Ebola) vírus hordozása sem.

Gazdasági veszélyek esetén figyelembe kell venni, hogy egyes országokban kialakult konfliktushelyzet miatt százezrek, de akár milliók is hazájuk elhagyására kényszerülnek. Ezek a tömegek elsősorban a szomszédos államokat célozzák meg, és ezeknek az országnak a gazdaságára jelentenek nagy terhet. Később ugyanezek a tömegek „felszívódnak” és illegális módon fejlettebb országok felé veszik útjukat.

Az úti cél elérését követően elsősorban menekült státusz iránti kérelem benyújtásával legalizálják tartózkodásukat, azonban az új hazában önálló életvitelre nem képesek, a nyelvet nem beszélik, így mindenképpen a fogadó állam gondoskodására szorulanak.

Németországba a 90-es évek végén, éves szinten 4–500 ezer menedékkérő érkezett, akik helyzetének kezelése, ellátása már kritikussá vált. Emiatt az állam kénytelen volt szigorítani menekültügyi politikáján, melynek köszönhetően az érkezők száma 50–100 ezer főre csökkent. Balogh Zoltán, az Emberi Erőforrások Minisztériumának vezetője nyilatkozata szerint, Magyarországon 2015-ben egy menekültkérelmező migráns hozzávetőlegesen napi 4300 Ft költséggel jár az államnak<sup>5</sup> (ebben természetesen az objektumok, adminisztráció stb. benne van), így a jelen gazdasági helyzetben ez is milliárdos tétele a magyar költségvetésnek.

Magyarország esetében még nem beszélhetünk jelentős politikai veszélyekkel, de az európai és amerikai nyitott demokráciák jellemzője, hogy a társadalom minden csoportja kifejezheti és képviselheti politikai meggyőződését. A szavazati joggal rendelkező legális bevándorlókat a politikai hatalom már nem hagyhatja figyelmen kívül, hiszen egyes országokban több millió szavazóképes személyről van szó. Az USA déli államaiban élő spanyol anyanyelvűek, a Franciaországban élő Észak-Afrikából bevándoroltak, a Németországban élő törökök, afgánok egy szoros választási eredmény esetén, akár a mérleg nyelveként dönthetnek egy adott állam politikai vezetéséről.

Társadalmi, integrációs szempontból megközelítve felvetődik a migráció társadalomra gyakorolt egyik veszélye, nevezetesen, hogy a fogadó államnak nincs, vagy a szükséges mértékben alacsonyabbra van tervezve az integrációs elképzelése, stratégiája. A beáramló tömegek nagy

<sup>4</sup> Aki jogszabályokba ütköző módon kívánja nem ideiglenes tartózkodási helyét (lakhelyét) egyik országból a másikba áthelyezni és nem minősül menekültnek, vagy menedékesnek. Rendészeti szöszedet 2008.

<sup>5</sup> <http://magyaridok.hu/belfold/tobbet-koltunk-egy-bevandorloral-mint-amennyit-egy-minimalberes-keres-14481/> 2015.12.11.

reményekkel érkeznek új hazájukba, bíznak abban, hogy életük jóra fordul, gyermekük tanulhat és kitörhetnek eddigi reménytelen helyzetükből. A fogadó országba érkezve szembesülnek azzal, hogy itt sem képesek jobb életet teremteni maguknak. Nem ismerik a társadalom működését, nem beszélik a nyelvet, nincs pénzük és gyakran még a helyi közösségek is ellenségesen viselkednek velük. Emiatt kerülnek a helyi közösségeket és inkább azt a kolóniát választják, amely gyakorlatilag tovább akadályozza a társadalomba való beilleszkedésüket.

Ezek a kolóniák gettósodnak, külön szabályok szerint működnek, melyből nem lehet kilépni és ez spirálszerűen egyre mélyebbre taszítja az itt élőket. Franciaországban, Németországban a nagyobb városok külvárosaiban kialakult bevándorló-negyedekben, második- harmadik generációs bevándorlók élnek úgy, hogy nincs hivatalos munkájuk, nem beszélik a fogadó ország nyelvét, nem tartják a kapcsolatot a helyi lakosokkal és gyermekeiket saját nyelvükön oktatják.

Magyarország tekintetében nem elfelejthető probléma az intolerancia. Az elmúlt években, egy televízióban is közzétett felmérésben még egy kitalált nemzetiségű népcsoporttal szemben is ellenérzéseket táplált a társadalom, ezért a valós menekültekkel talán még kevésbé elnéző a lakosság egy része.<sup>6</sup>

Az intolerancia, mint jelenség gyakorlatilag a fogadó társadalomban az integráció hiánya miatt kialakult, és az idegenek elleni ellenszenvet jelenti. Ezt a jelenséget erősítik az idegenek által elkövetett bűncselekmények, a gazdasági jólét csökkenése, a munkanélküliség. Ebből is látható, milyen fontos az idegenek integrációja.

A világ híradóiban nap, mint nap megjelenő, és a nemzeti, valamint a nemzetközi politikai döntésekben is meghatározó szerepű tényezőről is kell beszélnünk a migráció általános megközelítése esetén: ez a terrorizmus. A nemzetbiztonsági szervezetek legnagyobb kihívása megállapítani az illegális érkezők személyazonosságát. Az érkezők gyakorlatilag okmányok nélkül, vagy hamis személyi adatokat használva érkeznek. Minden országban más személyi adatokat használnak így akadályozva azt, hogy személyazonosságukat megállapítsák és hazatoloncolják őket.

A probléma kezelésére Európai Unió egy egységes ujjlenyomat azonosító rendszert (EURODAC) hozott létre. A rendszer alapja, hogy bármely külföldről, aki illegálisan érkezett az EU területére ujjlenyomatot vesznek és azt egy közös adattárban rögzítik, és így már nincs arra lehetősége, hogy legközelebb egy új személyazonossággal jelentkezzen.

Természetesen ez nem megoldás arra, hogy valós adatokat kapjanak a tagállamok, hiszen az adatok felvétele is többnyire bemondás alapján történik. Ezek között a fantomszemélyek között pedig gyakorlatilag fedve, szabadon áramolhatnak a terrorista céllal utazók is, akik elérve céljukat valódi személyazonosságuk fedésével tartózkodhatnak a célországban. Az USA a WTC elleni támadást követően bevezette a legális beutazók esetében is a biometrikus adatok szolgáltatási kötelezettségét, mely csökkenti ugyan, de nem zárja ki teljesen a nem kívánt személyek beutazását.

<sup>6</sup> <http://republikon.hu/elemezsek,-kutatasok/tolerancia-az-europai-unio-orszagaiban-es-magyarorszagon.aspx>  
2015.12.11.



Kockázatként értékelhető még – igaz elsősorban bűnüldözési szempontból – az ember-, szerv-, fegyver- és kábítószer-kereskedelem. Az illegális migrációnak számos negatív hozadéka közül az egyik a szervkereskedelem. A jobb életet ígérők gyakran célzottan hálózhatnak be olyan személyeket, akik megfelelnek arra, hogy a célországban (vagy az út során) szervüket eltávolítsák és átültessék a megrendelőbe. A donorszemély természetesen nem tud az utazása valós okairól, és esetleges eltűnése esetén sem hiányozna családjának, akik abban bíznak, hogy családtagjuk sikeresen célba ért. Ezzel szemben embertelen módon kihasználták, szervét kiopeprálták, majd „eltüntették”.

Hasonlóan a szervkereskedelemhez, az illegális migráció másik kísérőjelensége az emberkereskedelem. Az embercsempészeknek kiszolgáltatott személyeket – leggyakrabban nőket és gyermekeket – prostitúció céljából szervezett bűnözői csoportoknak eladják. Ez ellen minden EU állam, így Magyarország is igyekszik fellépni. Felvilágosító programokat szerveznek, védett, ún. „shelter” házakat hoznak létre, amelyben az emberkereskedelem áldozatai védett környezetben, titokban, rendőri védelem alatt élhetnek addig, míg biztonságosan vissza nem térhetnek régi életükbe.

Ma már azt lehet mondani, hogy az illegális migrációt kihasználó és az arra ráépülő bűnözői csoportok, minimális befektetéssel és kockázattal maximális profitot tudnak elérni. A hálózatok határokon átnyúló szervezettel és kapcsolatokkal bírnak. Ma már a tevékenységük nem szűkül le egy-egy tevékenységre, hanem kihasználják az illegális migráció adta lehetőségek teljes körét. Az illegális csoportokat a határokon át már nem szállítják, hanem útba indítják, így a csempészek védve vannak a leleplezéstől. A profit növelése érdekében egy-egy csoporttal már kábítószer, vagy fegyvert is átküldenek a határon, hiszen egy esetleges leleplezés esetén csak a megfélemlített, kiszolgáltatott áldozatot találja meg a hatóság, míg a valós elkövetők fedve maradnak.

## XXI. SZÁZADI KIHIVÁSOK

A bemutatott migrációs szegmens szemléltetheti, hogy akár hazánkban, akár más európai országban a bevándorlás jelenthet feszültségeket és kockázatokat. Sajnálatos módon a nem túl távoli múltban számos terrortámadás történt Nyugat-Európai országok ellen, amelyet migránsok követek el. Ez a körülmény tovább élezheti a meglévő – akár kevésbé, vagy egyáltalán nem asszimilálódott – bevándorló kisebbség, és a fogadó nemzet közötti kapcsolatot. A fenyegetések természetrajzát tekintve jelentős elmozdulás látható az elmúlt években az elkövetett terror jellegű támadások vonatkozásában. Sajnálatos módon a támadások közelsége már az Európai szintre helyezi azt a harcot, amit jelenleg olyan szervezetek folytatnak, amelyek ellenségnek tekintik többek között az Európai Unió országait. Az elmúlt hónapokban (de említhetjük a 2015-ös év egészét is), a terrorizmussal és a biztonsági kockázatokkal kapcsolatos veszélyek jelentősen növekedtek.

A támadások nem követik azt a forgatókönyvet, amelyet a 90-es években láthattunk. A támadások célpontjai nem kormányzati épületek vagy kiemelt biztonsági védelem alá eső személyek. A támadások kifejezetten magán szervezetek vagy magán üzemeltetésű nyilvános helyeken történnek. A terrorizmus természetrajza áttevődött a migráns elkövetők alkalmazására, és a védelem nélküli civilek elleni csapásokra. Fontos momentum, hogy a támadások íve és

dinamikája teljesen felgyorsult. Szintén fontos vonás, hogy a rendvédelmi szervek és a kormányzatok válasza alapján, mindig újabb és újabb irányokban fog teret nyerni.

Az elmúlt évben elkövetett cselekményekhez többnyire kézi lőfegyvereket használtak. Ezek az áruk szabad mozgásának segítségével, az Európai Unióban vándorolhattak szabadon ugyanúgy, ahogy a személyek szabad mozgása miatt, az elkövetők is. A nyugat-európai hatóságok jelentős akciókat hajtottak végre az illegális fegyverek összegyűjtése érdekében, amely jelentős sikereket is hozott. Ma már azonban a támadások kitermelői más eszközöket használnak: a robbanóanyagot. A robbanószerkezet előállítására képes személyek a migrációs hullámmal szintén bevándorolhattak, amely során a fejükben hozták át a határokon az „eszközt”, a robbanóanyag és a robbanószerkezet készítés alapvető ismereteit.

A fentiek ismeretében fontos feladattá vált a magánbiztonsági szektorban is annak tudatosítása, hogy elkerülhetetlenné vált az új kockázatok kiszűrési képességének megteremtése. Kezdeti lépésként olyan egyszerű feladatokról van szó, melyek drága biztonságtechnikai eszközök beszerzése nélkül is képesek a biztonsági szint emelését szolgálni, pl. egy adott objektumban:

- Keltse fel a figyelmét a biztonsági őrnek vagy más személyzetnek az a külföldi személy, aki nem beszéli az adott ország nyelvét<sup>7</sup>, vagy csomagokat-táskákat visz olyan helyekre ahol ez irreleváns.
- Tudjon a magánbiztonsági személyzet eszközöket használni a robbanóanyagok kiszűrésére, ne féljen a hatóságokat értesíteni szokatlan cselekményekről és körülményekről.
- Tudjon olyan magatartást folytatni, amellyel nem ijeszt rá az elkövetőre és ez által nem hozza működésbe az esetlegesen a robbanótesteket.
- Beépítésre kerüljön a vagyonőrök vagy biztonsági személyzet képzésében a robbantásos merényletek új típusú elkövetési módszerei, mint pl. implantátumos technika vagy drón alkalmazása.
- Tudjon alkalmazni a vagyonvédelmi vállalkozás a nyilvános rendezvényein robbanóanyag kereső kutyákat, képességeket tudjon felvonultatni a témában a személyzet és a technika területén is.
- Kezdenek a nyilvános rendezvények színhelyén alkalmazni a robbanással szemben védettséget adó felszereléseket és anyagokat, ezek alkalmazása az üzleti szempontokat sem rontja, hanem demonstratív használatukat valósítják meg.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A tanulmányomban szerepeltetett körülmények alátámasztják, hogy a feszültség a migrációval összefüggésben valós, amely kiéleződése tovább folytatódhat.

<sup>7</sup> Kiindulva a 2015-ös év elkövetőinek jelentős részének tulajdonságaiból.

A támadások elkövetésének módszerére több válasz is van. A szükséges anyagi bázis létrehozásában elengedhetetlen szerepe van az egyes kormányoknak, ezzel támogatva a preventív lépéseket. A migráció nyomás adminisztratív kezelése mellett fontos figyelmet fordítani a speciális detektorok, technikai eszközök elterjesztésére és talán a legfontosabb: a magánbiztonsági szakemberek fejébe olyan tudást tölteni, amellyel képesek kiszűrni a kockázatokat, vagy a robbantásos cselekmények elkövetőit.

Az elérhető, és az időszakosan egyébként is aktuális felkészítések rendszerébe gazdaságosan beépíthető új képzések és technikai eszközök, a magánbiztonsági szakterület részvevőinél is nagy közkedveltségnek örvendhetnének, mivel olyan képességgel gazdagodnának általuk, amelyek előnyhöz juttathatják őket versenytársaikkal szemben.

Sajnálatos módon a bevándorlási nyomást nem teszi feldolgozhatóbbá a társadalmak tekintetében a terrorizmus vagy a kockázatok növekedése. A minél jelentősebb felkészülés és a védekezés, ha nem is számolja fel a szélsőséges gondolkodású személyeket, de abban visszafogja őket, hogy tömeges sérülést okozó támadásokat hajtsanak végre. A kézi lőfegyveres támadások is sokkolták a világot, de ha robbanóanyaggal követték volna el ugyanezek a helyszíneken a csapásaikat, abban az esetben még jelentősebb lett volna a károkozása.

Magyarországnak szintén fontos jelentős készültséget elérni a fenti kockázatok kezelése vonatkozásában. Ha az eddigi támadások természetrajzát vesszük alapul, az elkövetkező időszakban igen jelentőssé válhatnak a kevésbé frekvenciált országok, mint hazánk is a támadások elkövetőinek szemében. A potenciális elkövetők, nyugat-európai országból történő kiszorulásáig minden időt érdemes és szükséges kihasználni, hogy minél szélesebb körben elterjedjen az új kihívásokra reagálni képes tudás. A magánszektorban, főként a személy- és vagyonvédelemben részt vevő szakemberek vizsgájába is be kell építeni a robbanószerkezetekkel és a robbantásos merényletekkel kapcsolatos ismereteket.

## FELHASZNÁLT IRODALOM, FORRÁS

1. Balogh Zsuzsanna: Objektumok robbantásos cselekmények elleni védelmének lehetőségei – PhD értekezés, NKE<sup>8</sup> Katonai Műszaki Doktori Iskola, 2013.
2. Balogh Zsuzsanna: Tisztes távolság - Optimális védőtávolság, Repüléstudományi Közlemények, 2012. 2. szám, HU ISSN 1789-770X, p. 380-386.
3. Daruka Norbert: A bűnös célú/terror jellegű robbantások és az ellenük való védekezés lehetőségei, különös tekintettel a tűzszerész feladatok ellátására. 2015. PhD értekezés
4. Gödri Irén: Nemzetközi vándorlás, Demográfiai portré 2009 KSH Népeségtudományi Kutató Intézet
5. Kovács Zoltán: Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai, Műszaki Katonai Közlemény XXII. évf. 2012/2. szám, p. 37-52.
6. Kemény János: Az al-Kaida mozgalom. Hadtudomány. XV. évfolyam 1. szám 2005.

---

<sup>8</sup> Nemzeti Közzolgálati Egyetem

7. Laufer Balázs: A migráció és a terrorizmus a nemzetbiztonsági szolgálatok szemszögéből. Hallgatói Közlemények 2006. X. szám
8. Laufer Balázs: A Magyar Köztársaság aktuális biztonsági jellegű kihívásai
9. Lukács László: Katonai robbantástechnika és környezetvédelem – jegyzet, ZMNE<sup>9</sup>, 1997.
10. Lukács László: Építmények robbantásos cselekmények elleni védelme, Műszaki Katonai Közlöny. XXIV. évf. 2014. 3. szám, p. 65-74.
11. Lukács László: A polgári lakosság tájékoztatásának és felkészítésének rendszere robbantásos támadások esetén. 7. Nemzetközi Robbanástechnikai Kollégium Konferencia kiadványa, 1997.
12. Mueller Othmár: Bombariadó. Szöveg, 1991.
13. Hunyadi F. - Lukács L. - Mueller O.: A robbantások elleni védekezés feladatai – jegyzet, BME<sup>10</sup> Mérnök-továbbképző Intézet, Budapest, 1993. – 3. fejezet (Mueller O.): Épületek és építmények kialakításának lehetőségei a robbantások elleni védelem érdekében, az adminisztratív intézkedésekkel összhangban, p. 95-114.
14. Pető Richárd: Üvegezett felületek robbanás elleni védelme, Műszaki Katonai Közlöny XXII. évf. 2012. 1. szám, p. 107-123.
15. Rostoványi Zsolt: Az iszlám Afganisztánban. História magazin 2001.01 szám
16. Rostoványi Zsolt: Az iszlám világ és a Nyugat, Corvina Kiadó, 2004.
17. Szabó József: A rendőrség – határőrség integrációja a teljes jogú schengeni tagság tükrében
18. Szabó A. Ferenc: A nemzetközi migráció és korunk biztonságpolitikai kihívásai. Budapest, Zrínyi Kiadó, 2006.
19. Szabó A. Ferenc: Szubszidiaritás és bevándorlási politika. In.: Sik Endre–Tóth Judit (szerk.): Migráció és politika. MTA Politikai Tudományok Intézete, Budapest, 1997, pp. 195–201. /MTA Politikai Tudományok Intézete Nemzetközi Migráció Kutatócsoport Évkönyve, 1996.
20. Szenes Zoltán: Katonai kihívások a XXI. század elején. Rubicon 2006. 17. évf. 2-3.
21. Tálas Péter: A nemzetközi terrorizmus és a szervezett bűnözés hatása a nemzetközi biztonságra és Magyarország biztonságára. Tanulmány. Budapest, 2007
22. Tálas Péter: A terrorizmus anatómiája. 2006. Zrínyi kiadó
23. Tálas Péter: A terrorizmusról hét évvel 9/11 után. Nemzet és Biztonság, 2008/ 9. sz.
24. Tálas Péter: Az új Afganisztán-stratégia esélyei. Nemzet és Biztonság, 2009. 4. sz.
25. Tálas Péter: Válaszok a terrorizmusra II. A politikai marketing csapdájában 2006. Mágus Stúdió

<sup>9</sup> Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem

<sup>10</sup> BME - Budapesti Műszaki Egyetem

Dr. Berek Tamás<sup>1</sup>

## LCD-3<sup>2</sup> SZÉRIA, MINT LEHETSÉGES HATÉKONY ESZKÖZ AZ AL- EGYSÉGEK ABV VÉDELMI FELSZERELÉS RENDSZERÉBEN

### (LCD-3 SERIES AS POSSIBLE EFFECTIVE DEVICE FOR CBRN DEFENCE EQUIPMENT SYSTEM OF TROOPS)

*Az ABV detektálás nem más, mint az ABV harcanyagok jelenlétének meghatározása bármely eszközzel. Az egyik legfontosabb eleme ezek közül a vegyifelderítő eszköz. A mérgező harcanyagok és veszélyes ipari anyagok kimutatása megkövetelt a csapatok riasztása érdekében. A szerző a cikkben bemutatja az ABV védelem egyik kulcsfontosságú komponensét és rámutat az IMS elven működő eszközök fejlődésére.*

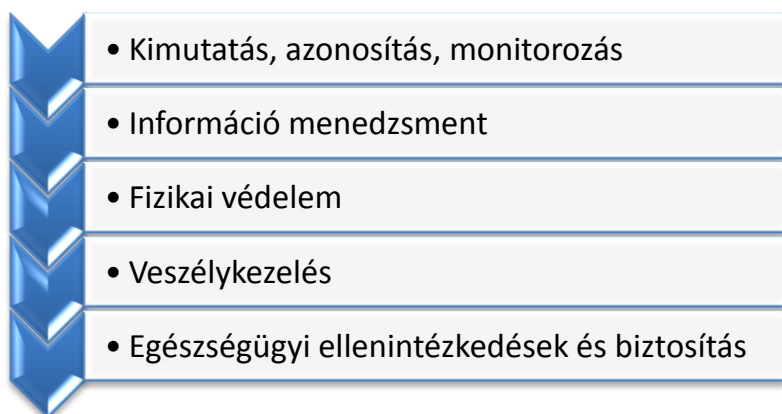
**Kulcsszavak:** ABV védelem, ABV felderítés, vegyijelző, Ionmozgékonyosság Spektrometria

*The CBRN detection is the discovery by any means of the presence of CBRN substances. The one of the most important element of this means is the chemical detector. Detection of chemical agents and toxical industrial materials is required for the timely warning of units. The author of the article present the key element of CBRN defence and point to the progress of the tools which are based on IMS technology.*

**Keywords:** CBRN defence, CBRN reconnaissance, chemical detector, Ion Mobility Spectrometer

## BEVEZETÉS

Az ABV védelem feladatai egymástól jól elkülöníthető öt területre csoportosíthatóak, mely funkcionális területek alapját az ABV védelemi irányelvek, ABV védelmi doktrína, képességek, eljárások, szervezetek és a kiképzés képezik. Az ABV védelem öt fő funkcionális területe a következő:



1. ábra: Az ABV védelem feladatai (szerk. Berek)

<sup>1</sup> Nemzeti Közsolgálati Egyetem, e-mail: berek.tamas@uni-nke.hu

<sup>2</sup> Lightweight Chemical Detector

## KIMUTATÁS, AZONOSÍTÁS, MONITOROZÁS

Az ABV-fegyverek alkalmazásakor nukleáris és vegyipari katasztrófák bekövetkezésekor nagy területek válhatnak vegyi-, sugár szennyezetté. A csapatok által végrehajtott detektálást, azonosítást és monitorozást összefoglaló néven ABV felderítésnek nevezzük.

Tág értelmezésben az ABV felderítés, olyan elvek, doktrínák, felszerelések és eljárások, amelyek biztosítják ABV események detektálását, a mérgező (harc)anyag azonosítását, a szennyezések kiterjedésének meghatározását, illetve a bekövetkezett változások ellenőrzését, annak érdekében, hogy a katonák és csapatok elkerüljék, vagy minimalizálják a kezdeti és visszamaradó hatásokat. [1]

Közelebbről megvizsgálva a kérdést egyértelmű feladatokkal találkozunk: csapatok személyi állományának megóvása érdekében szükséges a mérgező és sugárzó anyagok jelenlétének, a vegyi és sugárszennyezett területek elhelyezkedésének, várható tényleges következményeinek gyors megállapítása. Ehhez az alegységeknek vegyi-sugárfelderítést kell végrehajtaniuk, amely végrehajtásához vegyi-, illetve sugárfelderítő eszközökkel vannak ellátva. A harcvezetés- és a káros következmények elkerülése érdekében szükségesek a vegyivédelmi eszközök, a hatékonyság és gyorsaság biztosítására.

Az ABV felderítésen belül a vegyi felderítési tevékenység során a fontos meghatározni először azt, hogy van-e vegyi-veszély, vagy nincs. A detektálás (kimutatás) a mérgező harcanyag jelenlétét jelzi, azonban a védelem megszervezése érdekében el kell végezni a mérgező harcanyag azonosítását, a szennyezések kiterjedésének meghatározását, illetve a bekövetkezett változások ellenőrzését is, annak érdekében, hogy a katonák és csapatok elkerüljék, vagy minimalizálják a kezdeti és visszamaradó hatásokat.

A vegyi felderítés 3 alapeladata: a kimutatás, azonosítás és monitorozás. A kimutatás alapvetően a levegőben lévő mérgezőanyag érzékelését jelenti, feladatai:

- a vegyi-támadás kezdetének jelzése, amikor emiatt az egyéni ABV-védelmi készletet fel kell venni, vagy a kollektív védelmet alkalmazni kell;
- a vegyi-veszély elmúltának jelzése, amikor emiatt a korábban elrendelt egyéni és kollektív védelem szükségtelennek, illetve indokolt alkalmazása könnyíthetőnek, vagy megszüntethetőnek minősíthető;
- a veszélyeztető mérgezőanyag minőségének (típusának) és mennyiségének (koncentrációjának) kimutatása, az ellenrendszabályok bevezetésének, vagy feloldásának megalapozásához és az ehhez szükséges számvetések elvégzéséhez.

A kimutatást jellemző legfontosabb paraméterek: az érzékenység és a specifikusság. Az érzékenységet jellemzi a tömegegységben érzékelhető mérgező (toxikus) anyag mennyisége, vagy a minta térfogatára vonatkoztatott határkoncentráció (itt az a legkisebb koncentráció, amelyenél még érzékelhető az anyag). Az érzékenység mértékét a mérgezőanyag toxikussága szabja meg. [2]

Az azonosítás során a veszélyeztető mérgező(harc)anyag minőségének (típusának) és mennyiségének (koncentrációjának) pontos meghatározása bonyolult felépítésű, nehéz és drága esz-

közöket igényel. A mérgező harcanyagok és toxikus anyagok minőségi és mennyiségi meghatározásának kiváló eszközeit képviselik a tömegspektrometria (MS) elven működő műszerek, melyek hordozható, a harcjárműre telepíthető vagy laboratóriumban alkalmazható változatokban is elérhetőek a kereskedelmi forgalomban.

A monitoring (ellenőrzés) folyamatos és periodikus eljárás az ABV szennyezés jelenlétének megállapítására. A vegyi ellenőrzés a személyek, harci és technikai eszközök, felszerelések és más anyagok, valamint objektumok és a terep felszínének, valamint az ivóvíz és élelmiszerek vegyi szennyezettségének meghatározását jelenti. A levegő monitoringra alkalmazható infravörös spektrometria elven működő eszközök általában alkalmasak a vegyi anyagok azonosítására. A minta előkészítés nélküli szerves és szervetlen komponensek azonosítására alkalmas FT-IR gázanalizátor, a GASMET (Gasmet Tachnology, Finnország) márkanévű készülék például egyszerre akár 25 vegyületet is képes elemezni. [3]

Az ABV felderítés feladatait tekintve látható, hogy az egyes területeken végrehajtott felderítési tevékenységekhez más és más célok kapcsolhatók, így azok eléréséhez más és más sajátosságokkal bíró műszerek alkalmazása szükséges.

A detektálás kisarkítottan megfogalmazva elsősorban az ABV veszélyek jelenlétét jelzi, amikor az egyéni és kollektív védelemi rendszabályok foganatosítása szükséges. Minden század-szintű alegységnek rendelkeznie kell az ABV felderítést, ellenőrzést, riasztást és jelentést, mentesítést, sérültek ellátását, kollektív védelmet biztosító megfelelő típusú és mennyiségű felszereléssel. Ezek egyike a vegyi jelző készülék.

A vegyifelderítés objektív módszerei közül kémiai elven működő eljárások megbízhatók és pontosak, azt azonban tudni kell, hogy amennyiben olyan mérgező harcanyag van a levegőben, melyre nincs reagens a készletben, vagy a halmazállapota nem a reakciófelületnek kedvező, a kimutatás meghiúsul.



2. ábra: Vegyi-jelző készülék és alkalmazása

(forrás: Berek Tamás: A harc vegyivédelmi biztosítása, 2005)

A mérgező anyagok fizikai elvű kimutatásának különböző módszerei azonban számos előnyt kínálnak, melyek egyike a gyors kimutatás, amely a detektálás során elengedhetetlen.



A mérgező harcanyagok megjelenése változást okoz a levegő fizikai tulajdonságaiban (pl. elektromos vezetőképesség), ezeket a változásokat észlelve állapítják meg a mérgező harci anyag jelenlétét, fajtáját, töménységét.

A mérgező harcanyagok fizikai elveken működő detektálásának jellemző módszerei a következők:

- az ionmozgékonyosság spektrometria (IMS),
- a lángfotometria,
- a fotoakusztikus kimutatás,
- infravörös (IR) és
- lézertechnikákat a meghatározott hullámszámokon történő elnyelések vizsgálatakor.

### IMS<sup>3</sup> TECHNOLÓGIA AZ ABV FELDERÍTÉSBEN

Az IMS technológián alapuló készülékek megbízhatóságuk okán a mérgező harcanyagok kimutatására világszerte alkalmazott vegyi felderítő eszközök, melyek a haderők alegység szintű eszközeinek jellemző csoportját alkotják.

Az összetett minták kiértékelésében ugyan bizonytalan ionmozgékonyosság spektrométerek viszonylag megbízhatóak ugyanis idegmérgek és hólyaghúzó típusú mérgező anyagok detektálására. [4] Ezek az eszközök az alegységek ABV védelmi feladatainak ellátásához elegendő információt biztosítanak, könnyen kezelhetők és működtetésük nem igényel speciális szakmai ismereteket ugyanakkor beszerzési költségük jóval alatta marad a nagy hatékonyságú, azonosításra alkalmas eszközökénél (melyek az ABV védelmi szakalegységek számára alkalmasak).

Az ionmozgékonyosság spektrométerek  $\alpha$  vagy  $\beta$  sugárzással ionizálják a beszívott levegőmintát, majd a keletkezett töltések mozgását elektronikus impulzussal vagy váltakozó frekvenciájú térrel manipulálják. A módszer tulajdonképpen a töltött részecskék eltérő tömegére visszavezethetően, azok különböző mozgékonyosságát használja ki. IMS mérőcellával rendelkeznek az idegbénító (G) és a hólyaghúzó (H) típusú mérgező harcanyagok kimutatására.

A technológia lényege, hogy a környezetből a gázelegyet szivattyú szállítja az eszközbe. Ez a műszerben áthalad egy  $\alpha$ -sugárzó hengeren, ahol az atomok, molekulák ionizálódnak. A különböző tömegszámú ionok ezután egy enyhén negatívan előfeszített rácshoz érkeznek. Egy részük rekombinálódik, nagyobb részük viszont a rács környezetében felhalmozódik. A rácsra kapcsolt pozitív impulzus hatására a nagyobb tömegszámú ionok lassabban, a kisebbek gyorsabban repülnek a detektorba. Annyi ioncsomag érkezik a detektorhoz, ahány különböző tömegszámú ion alkotja az ionizált gázelegyet.

Az ionáramot egy extrém nagy értékű ellenállásra vezetik. Az ellenálláson eső feszültség erősítés után kerül feldolgozásra (mintavétel, A/D konverzió, stb.). Ekkor a műszer a memóriájába felveszi az ionindítástól eltelt időmennyiségeket, ugyanis ezek jellemzőek az adott tömegű

---

<sup>3</sup> IMS – ionmozgékonyosság spektrometria

ionra. Az azonosítás általános elve ezek után az, hogy egy belső könyvtárba előzőleg letárolják az összes lehetséges időintervallumhoz tartozó összes lehetséges anyagféleséget. Miután minden egyes adathoz hozzárendelhető így egy atom- vagy molekulafajta, az azonosítás egy szoftver futtatásával megvalósítható. [5]

### **CAM<sup>4</sup> vegyifelderítő készülék**

A Magyar Honvédség alegységeinél rendszeresített vegyi felderítő eszköz rendeltetése az idegbénító és a hólyaghúzó mérgező harcanyagok gőzei koncentrációja mértékének kimutatása és veszélyességi fokának megállapítása.



3. ábra: CAM vegyifelderítő készülék és riasztó egysége

(Berek Tamás: A harc vegyivédelmi biztosítása, 2005)

A CAM érzékeli a mérgező harcanyagok gőzeinek jelenlétét a környezetben és automatikus riasztást ad. Egy speciális távriasztó is csatlakoztatható a készülékhez annak érdekében, hogy a figyelmeztetés egy távoli helyen történjen, így akár tábori körülmények között is alkalmazható monitorozásra. Nem csupán kimutatja a G (idegbénító mérgező harcanyag) vagy H (hólyaghúzó mérgező harcanyag) mérgező anyagok jelenlétét, azok pára koncentrációjának veszélyességi szintjét is megmutatja.

A CAM az idegbénító és hólyaghúzó mérgező harcanyagokat a Ni-63 sugárforrással egybeépített ionizációs kamra segítségével mutatja ki. A szivattyú mintát vesz a levegőből, majd a minta az ionizációs kamrába kerül, ahol az izotóp ionokra bontja, és ezek minősége és mennyisége összehasonlításra kerül a beépített mikrochip adataival, így megállapításra kerül a mérgező harcanyag típusa és veszélyességének mértéke. [6]

A CAM egykamrás eszköz, tehát vagy G, vagy H kimutatására alkalmas, egy üzemmód – váltó gomb segítségével lehet átváltani. Egyszerre, egy időben tehát nem képes érzékelni mindkettő jelenlétét. Nem képes továbbá a toxikus ipari anyagok (TICs) kimutatására.

Mindezekkel a jellemzőkkel a CAM alkalmasnak bizonyult vegyifelderítési feladatok végrehajtására, személyek, felszerelés, fegyverzet, harc-, és gépjárművek, objektumok és terep vegyi szennyeződésének megállapítására. Alkalmazható továbbá a mentesítés hatékonyságának ellenőrzésére, légtérszennyezettség monitorozó ellenőrzésére.

<sup>4</sup> CAM: Chemical Agent Monitor



4. ábra: Vegyifelderítés CAM segítségével

(a szerző felvétele)

A fejlesztések eredményeképp azonban napjainkra jóval hatékonyabb IMS eszközök jelentek meg az ABV védelem területén.

### **Új IMS technológia, mérgező harcanyagok valamint toxikus ipari anyagok detektálására**

Az IMS technológia új generációját képviselő eszközök fejlesztése során 3 fő területen értek el jelentős előrelépést. Ezek egyike az, hogy az eszköz nem tartalmaz radioaktív sugárforrást, a másik terület a méret- és tömegcsökkenés és mindezek mellett harmadikként szélesedett a kimutatható anyagok spektruma.

A radioaktív sugárforrást tartalmazó viszonylag kisméretű eszközök általában ki vannak téve az elvesztés veszélyének.

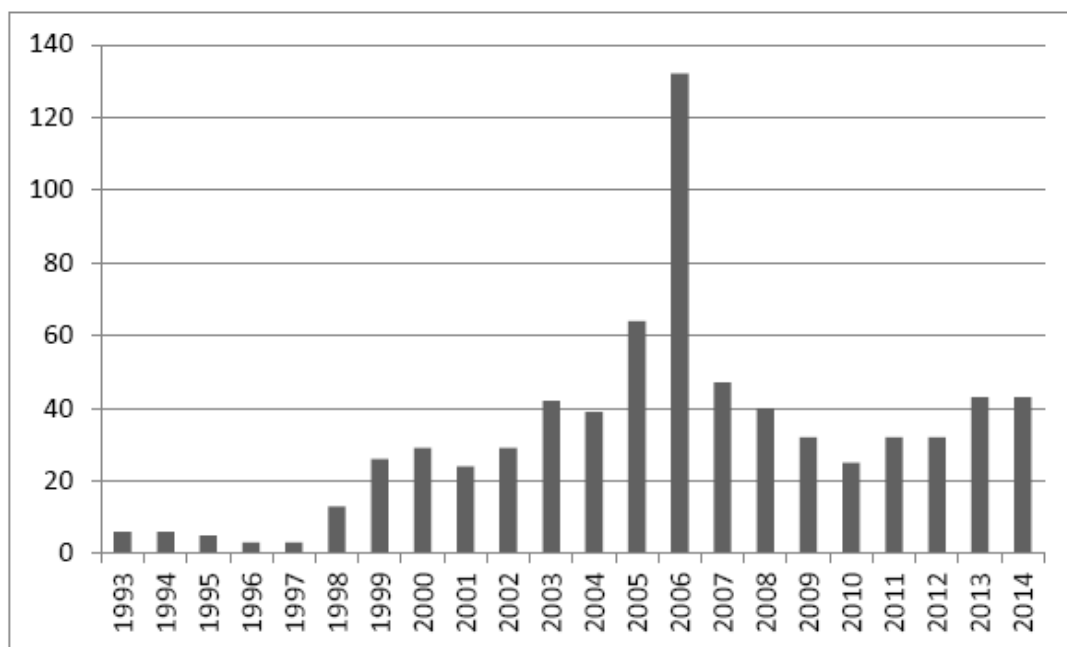
A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ)(IAEA) 2015-ös kimutatása szerint 1993 és 2014 között 2734 radioaktív anyaggal kapcsolatos esetet jelentettek, melyek közül 442 esemény jogosulatlan birtoklás és az ahhoz kapcsolódó bűncselekmény, 714 esemény bizonyítottan lopás vagy elvesztés, és 1526 incidens egyéb jogosulatlan tevékenység volt. [7] Csak a 2012-ben jelentett 167 incidens közül 17 jogosulatlan birtoklás és az ahhoz kapcsolódó bűncselekmény, 24 lopás vagy elvesztés volt megállapítható. [8] 2013-ban jelentett 146 incidens közül 6 jogosulatlan birtoklással összefüggő esetet és 48 lopást vagy elvesztést regisztráltak.

A jogosulatlan birtoklások számának jelentős csökkenése az adminisztratív szabályozás körülményei javulásának tudható be. Az EU Tanács 2003. december 22-én elfogadta ugyanis a nagy aktivitású zárt sugárforrások és a gazdátlan sugárforrások ellenőrzéséről szóló 2003/122/Euratom irányelvet, melynek többek között célkitűzése minden nagy aktivitású sugárforrás nyilvántartásba vétele és ellenőrzése a tárolási helyével együtt.

2005 júliusában a részes államok és az Európai Atomenergia Közösség megállapodott a „nukleáris anyagok fizikai védelméről szóló egyezmény (CPPNM)” módosításáról, kiterjesztve annak hatályát a polgári célú felhasználású, tárolás, valamint szállítás alatt álló nukleáris anyagokra és létesítményekre. Lényeges elvárás fogalmazódott meg ezzel egyidejűleg a ré-

szes államok irányában az ezzel kapcsolatos jogsértések büntetőjogi szankcionálásának tekintetében. [9]

A lopás és elvesztések száma azonban megduplázódott, ami további aggodalmaknak adhat alapot úgy környezetbiztonsági-, mint bűnügyi biztonsági szempontból, különösen a nemzetközi terrorizmus térnyerésének tükrében.



5. ábra: Radioaktív forrásokat érintett bejelentett lopások és elvesztések

(forrás: NAÜ, <http://www-ns.iaea.org/downloads/security/itdb-fact-sheet.pdf>)

A jelentett lopások és elvesztések elsősorban többek között olyan radioaktív forrásokat érintettek – 137-Cs, 241-Am, 90-Sr, 60-Co, 192-Ir – melyek azt mutatják, hogy a források általában hordozható ipari berendezések, melyek mobilizálhatóságuk miatt fokozottan ki vannak téve egyébként is eltulajdonítás, vagy elvesztés kockázatának.

A fentiek alapján is hasznos megfontolás radioaktív sugárforrást nem tartalmazó IMS technika alkalmazása főleg azokon a területeken ahol fokozottan ki van téve az eszköz olyan hatásoknak, amelyek elvesztésének valószínűségét növelik.

### LCD<sup>5</sup> 3-as sorozat

Az LCD 3-as sorozat típusai könnyű kivitelű, kisméretű korona kisüléssel ionmozgékonyság spektrometria elven működő, radioaktív forrást nem tartalmazó akkumulátorral üzemeltethető eszközök, melyek alkalmasak mérgező harcanyagok, illetve toxikus ipari vegyületek kimutatására levegőből. Kis helyigény és alacsony fogyasztás jellemző rájuk.

<sup>5</sup> LCD: Lightweight Chemical Detector



6. ábra: LCD-3.2 vegyifelderítő készülék  
(a szerző felvétele)

Az LCD - 3.2/3.3 olyan kisméretű kézi eszköz, amely egyszerűen csatlakoztatható övre vagy hevederre úgy, hogy annak hordtáskája nem akadályozza az eszköz kezelését. Hang és fényriasztást ad a beállított értékek elérésekor, továbbá az LCD 3.3 típus könnyen olvasható folyadékkristályos kijelzővel is rendelkezik. A készülék használata egyszerű, nem igényel kalibrálást és bonyolult beállítási procedúrát. A hordtáska kialakítása lehetővé teszi kihangosító működtetését is. Az eszköz felszerelhető szívófeltéttel, ami szállítmányok, készletek, szennyezett területek vegyi ellenőrzését teszi lehetővé. Adatgyűjtő rendszerének memóriája képes 72 órányi üzemeltetési adatot eltárolni későbbi elemzés érdekében. RS232 interfész segítségével csatlakoztatható PC-hez, ami lehetővé teszi az adatok későbbi elemzését és a szoftver frissítést. [10]



7. ábra: LCD-3.3 Könnyű vegyifelderítő készülék

(forrás: LCD-3.3 promóciós kiadvány, Smiths Detection.com)

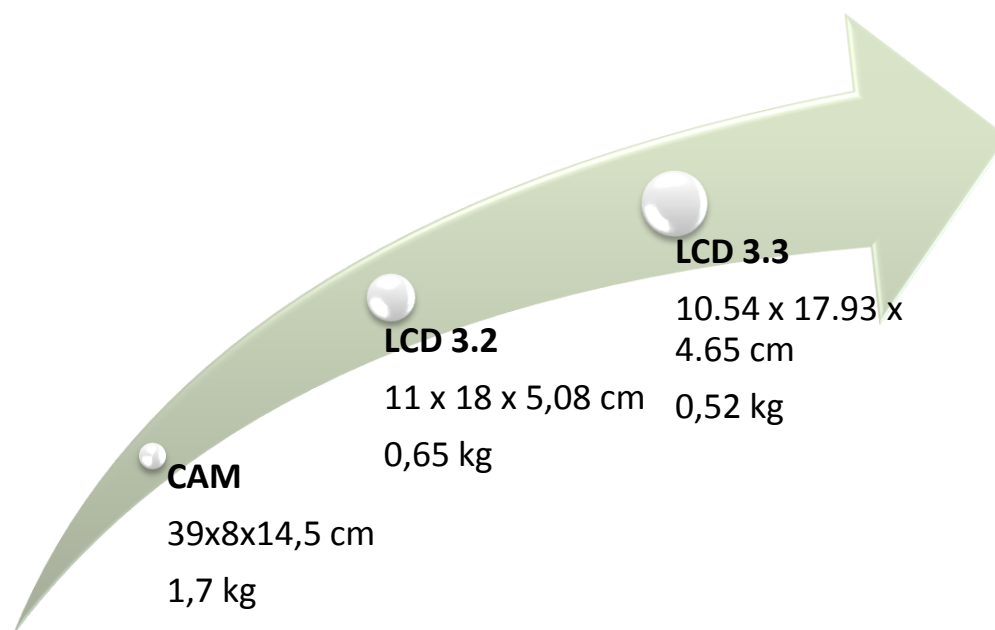
Hordozható módon, mobil eszközökön és fixen telepítve egyaránt használható. Mérési elve IMS technológia, de radioaktív sugárforrást nem tartalmaz. A készülék üzemmódjainak megfelelően alkalmas mind az alább felsorolt mérgező harcanyagok, mind pedig a toxikus ipari vegyületek kimutatására. Mérgező harcanyagok (CW) detektálása az idegbénító mérgező harcanyagok (GA, GB, GD, GF, VX) mellett hólyaghúzó-, és általános hatású mérgező harcanyagokra lehetséges. Toxikus ipari vegyületek (TICs) detektálása tekintetében pedig a több mint harminc vegyületből 10 kiválasztott anyag egyidejű detektálására képes. [11] Ez utóbbi

mind az alegységek védelme, mind pedig az interoperabilitás szempontjából lényeges képességbővülés, amely jelenleg képességhiány alegység szinten.

A veszélyes ipari üzemek tevékenységükből adódóan ugyanis mindig valamilyen kockázatot jelentenek a környezetükre, a veszélyeztetett területeken elhelyezett csapatokra, és az ott élő lakosságra. [12] A vegyi felderítő eszköz működési paraméterei mellett fontos annak kompatibilitása más eszközökhöz. A jövő egyéni felszerelésrendszere egyik meghatározó képessége a hálózatba kapcsolt működés éppen ezért fontos, hogy annak minden eleme beintegrálható legyen. A hazai kutatások (GÁCSÉR 2008.) az LCD vegyi felderítő eszközt egyéni felszerelésrendszerbe illeszthetőnek találták. [13]

## Összehasonlítás

A méret és a tömeg egyértelműen meghatározza az alkalmazhatóságot. Amennyiben csupán az eszköz szállítását vizsgáljuk már akkor is lényeges minden egyes gramm tömegcsökkenés a katona felszerelésének vonatkozásában. Az alkalmazást tekintve hasonló a hatás, a vegyifelderítés, valamint az ellenőrzés alkalmával a készülék emelése, tartása során annak tömege közvetve hatással bír a felhasználó terhelésén keresztül a felderítés hatékonyságára. A következő ábra a tárgyalt vegyifelderítő eszközök méret- és tömegadatait tartalmazza, melyek önmagukért beszélnek.



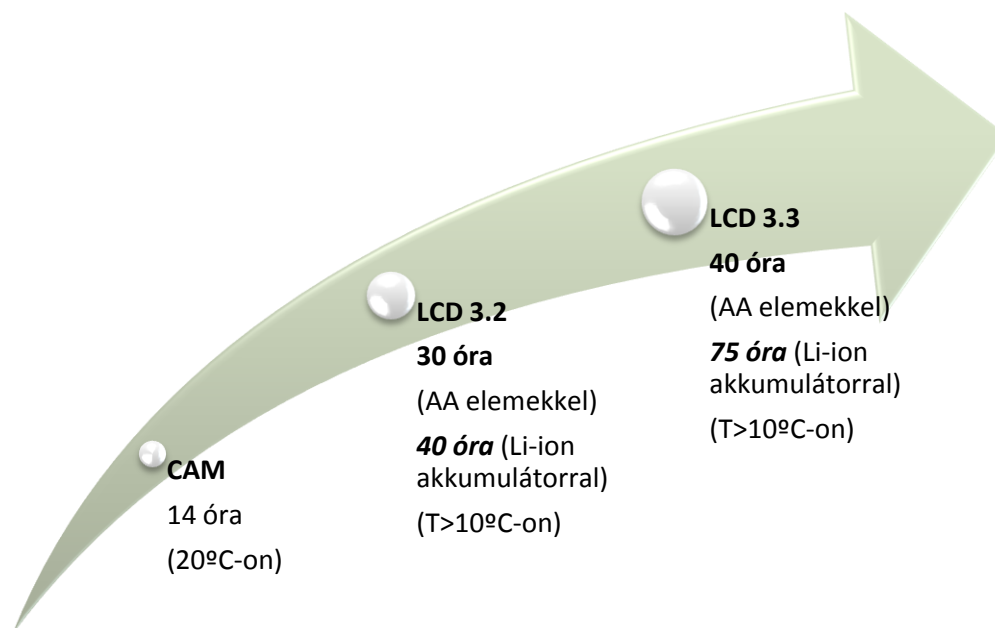
8. ábra: A CAM, az LCD 3.2 és az LCD 3.3 eszközök méret- és tömegadatai csökkenésének mértéke

(forrás: Smiths Detection.com adatai alapján szerk: Berek)

A vegyifelderítő eszköz másik fontos tulajdonsága annak várható üzemideje egy feltöltéssel. Egy akkumulátor/AA elem készlettel biztosított üzemidő lényeges az alkalmazó aspektusából is. Természetesen kívánatos a hosszú üzemidő, valamint a tápforrás gyors cserélhetősége.

Fontos megjegyezni, hogy az LCD sorozat típusai kereskedelmi forgalomban kapható szabványos alkalikus (AA) elemekkel valamint tölthető akkumulátorokkal egyaránt üzemeltethetőek. A CAM ezzel szemben akkumulátoros, akkumulátora pedig egyedi kialakítású és spe-

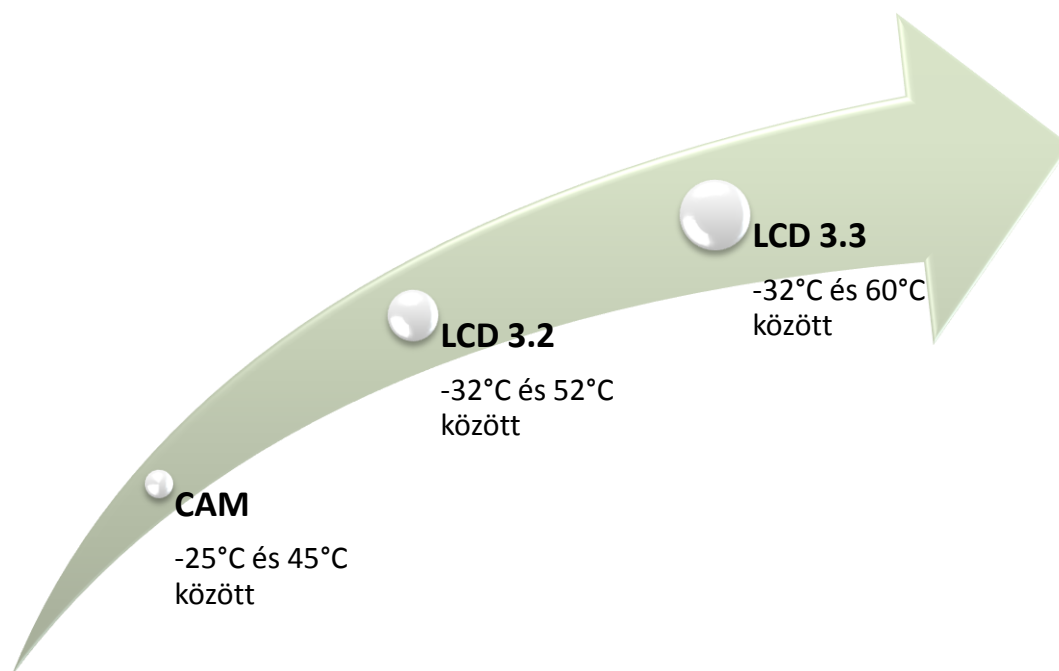
ciális töltőkészüléket igényel. Az alábbi összehasonlítás megmutatja a vizsgált készülékek üzemidejét meghatározott hőmérsékleti körülmények között.



9. ábra: A CAM, az LCD 3.2 és az LCD 3.3 eszközök jellemző üzemideje

(forrás: Smiths Detection.com adatai alapján szerk: Berek)

Működési hőmérséklettartomány szintén meghatározónak tekinthető. Szélsőséges időjárási – köztük hőmérsékleti – körülmények jellemzik számos jelenlegi műveleti területet, amennyiben a jövőbeni lehetséges hadszíntereket vizsgáljuk, akkor az egyes vegyifelderítő eszközök működési hőmérséklettartománya mindenképpen tág határok között kell, hogy mozogjon.



10. ábra: A CAM, az LCD 3.2 és az LCD 3.3 eszközök működési hőmérséklettartománya

(forrás: Smiths Detection.com adatai alapján szerk: Berek)



## KÖVETKEZTETÉS

A világban bekövetkezett biztonságpolitikai változások és új típusú kihívások, melyekkel az ABV védelemnek is szembe kell néznie válaszlépéseket generálnak melynek keretében a folyamatosan megújuló védelmi szektor adekvát válaszokat kell, hogy adjon. A kritikus infrastruktúra elemei különösen veszélyeztetettnek számítanak. A korszerű eszközökkel megvalósított hatékony védekezés, az arra történő felkészülés vagy még inkább a lehetséges megelőzés pedig elengedhetetlen.[14] Az ABV védelmi képességek is radikális átalakuláson mennek keresztül, főleg az újabb és újabb technikai fejlesztések eredményeképp rendszerbe állított, hatékonyabb eszközökön keresztül.

Az ABV felderítés feladatrendszerén belül a mérgező harcanyagok és toxikus ipari anyagok detektálásának területén a fizikai elvű kimutatási módszerek közül az IMS technikán alapuló eszközök (CAM, GID3) olyan tulajdonságaik okán, mint a gyors kimutatás, megbízható működés és könnyű, felhasználóbarát kezelhetőség napjainkig kedvelt eszközei a szárazföldi haderők alegységeinek. Az újabb fejlesztések eredményeként olyan mértékben javultak a termékcsalád új generációs tagjainak egyes tulajdonságai, hogy ezzel mindenképpen figyelmet érdemelnek.

A korábban érzékelhető nehézségeket, úgymint az akkumulátor helyettesíthetősége, a kimutatható anyagok szűk spektruma, és a fizikai méretek (kiterjedés, tömeg) az új eszközökben (LCD típus) kiküszöbölték. A mérés elve IMS technológia, de radioaktív sugárforrást nem tartalmaz, ami biztonsági megfontolásokból is kedvező változást jelent. A detektálható mérgező harcanyagok valamint a toxikus ipari anyagok szélesebb tartománya, valamint azok egy időben történő kimutathatósága jelentős előrelépést jelent a személyi állomány kellő időben történő riasztása és a megfelelő ABV védelmi intézkedések bevezetése területén. A készülék méretének és tömegének csökkentése ugyanakkor annak alkalmazhatóságát könnyíti meg a kezelő aspektusából, ami közvetve befolyásolja a kimutatás hatékonyságát is.

A fenti előnyös változásokon kívül az LCD mindkettő változata könnyen integrálható a különböző szárazföldi harcjárművek fedélzeti rendszerébe, amivel viszonylag gyorsan fel lehet ruházni a járművet vegyi riasztó képességgel a kezelőszemélyzet védelme érdekében úgy a mérgező harcanyagok, mint a toxikus ipari anyagok tekintetében. A készülék távvezérelhetősége fokozza annak rugalmas felhasználhatóságát. Hordozható módon, mobil eszközökön és fixen telepítve egyaránt használható. Folyamatos, valós idejű ("real-time") mérgező harcanyag és toxikus ipari vegyület kimutatás mellett, számítógéphez, hálózathoz USB-n, vagy RS-232 protokoll szerinti soros vonalon illeszthető.

A doktrínák, szabályzatok és eljárásrendek kihívásoknak megfelelő fejlesztése mellett az ABV felderítés eszközeinek modernizálása a lehetséges veszélyforrások ismeretében továbbra is kulcseleme marad a védelmi képességek fenntartása érdekében.

## IRODALOMJEGYZÉK

[1] ABV védelmi alegységparancsnoki kézikönyv MH Szárazföldi Parancsnokság, 2004.

- [2] Havai Gábor: Vegyivédelem, in ideiglenes tansegédlet ZMNE, NATO orientációs tanfolyam hallgatói részére, Szentendre, 1999.
- [3] Vágföldi Zoltán-Földi László: Korszerű ABV felderítő eszközök SEREG SZEMLE: A Magyar Honvédség Összhaderőnemi Parancsnokság Folyóirata 9:(2) pp. 50-57. (2011)  
[http://www.honvedelem.hu/container/files/attachments/28301/s\\_sz\\_2011\\_2.pdf](http://www.honvedelem.hu/container/files/attachments/28301/s_sz_2011_2.pdf)
- [4][5] Kovács Tibor: Mérgező anyagok fizikai elvű kimutatása,  
<http://www.zmne.hu/kulso/mhtt/hadtudomany/2002/4/kovacstibor/chapter1.htm>
- [6] A CAM-2 műszaki leírása, kezelési és karbantartási utasítása Gamma Műszaki Rt., Budapest. 2001.
- [7] IAEA Illicit Trafficking Database (ITDB), Office of Nuclear Security International Atomic Energy Agency, 2015. <http://www-ns.iaea.org/downloads/security/itdb-fact-sheet.pdf> (letöltés: 2016. 04.08.)
- [8] Illicit Trafficking Database (ITDB) a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség honlapján <http://www-ns.iaea.org/security/itdb.asp> (letöltés: 2014. 01.16.)
- [9] Berek Tamás: Vagyonvédelmi koncepció kialakításának sajátosságai veszélyes anyagok vizsgálatát biztosító létesítmények esetében Hadmérnök VI. Évfolyam 4. szám - 2011. december ISSN1788-1919 [http://hadmernok.hu/2011\\_4\\_berek.php](http://hadmernok.hu/2011_4_berek.php)
- [10][11] LCD-3.3 promóciós kiadvány, Smiths Detection  
[https://www.smithsdetection.com/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=86:lcd-3-3&Itemid=1421#.VweBvstJnIV](https://www.smithsdetection.com/index.php?option=com_k2&view=item&id=86:lcd-3-3&Itemid=1421#.VweBvstJnIV)
- [12] Kátai-Urbán Lajos - Pellérdi Rezső - Vass Gyula: Veszélyes ipari üzemek szándékos károkozás elleni védelme Bolyai Szemle 2015:(2) pp. 115-129. (2015)
- [13] Gácsér Zoltán: A katona harci képességét növelő korszerű, hálózatba integrált egyéni felszerelésrendszerének kialakítási lehetőségei a Magyar Honvédségben doktori (PhD) értekezés 2008. ZMNE
- [14] Kovács Zoltán: Repülőterek védelme improvizált robbanóeszközök (IED) ellen Repüléstudományi Közlemények 25:(2) pp. 70-79. (2012)  
[http://www.repulestudomany.hu/index\\_rtk.html](http://www.repulestudomany.hu/index_rtk.html)

Virágh Edina<sup>1</sup>

## A NAPSUGÁRZÁS FELHASZNÁLÁSA ENERGIA ELŐÁLLÍTÁSÁRA (PRODUCING ENERGY WITH THE HELP OF SUNBEAMS)

*A világ energiaellátásának megoldása napjaink egyik kulcskérdésévé vált az évek során. Rengeteg fosszilis tüzelőanyag kerül elégetésre annak érdekében, hogy energiát termeljünk, viszont ez a folyamat hozzájárul a környezet degradálódásához és az ökológiai katasztrófák esetleges bekövetkeztéhez. A megoldást a megújuló energiaforrások használata jelentheti, melyek közül véleményem szerint legfontosabb a Nap. Publikáciomban a napenergia felhasználásának lehetséges módszereit ismertetem az ehhez szükséges eszközök bemutatásával.*

**Kulcsszavak:** energia-előállítás, megújuló energiaforrások, napenergia, napkollektor, napelem

*The energy supply of the world became one of the key issues nowadays. We use fossil fuels in order to produce energy, however this procedure contributes to the degradation of the environment and ecological catastrophes. The use of renewable energy sources – such as the Sun - can be the key activity to solve this problem. In my article I would like to present how to use solar energy with the help of some special tools, such as solar cells.*

**Keywords:** producing energy, renewable energy sources, solar energy, solar cells

### BEVEZETÉS

Napjainkban az energia előállítása fontos kérdéssé vált, ugyanis egyre inkább szükségesnek érezzük a nem megújuló energiaforrások kiváltását megújuló energiaforrásokra.

Ennek oka, hogy a fosszilis tüzelőanyagok környezetszennyező hatása rendkívül magas, a másik probléma pedig, hogy a tradicionális energiaforrások (kőszén, kőolaj, földgáz) mennyisége véges, így elengedhetetlen egy másik alternatíva, módszer keresése, melynek során elő tudjuk állítani az általunk felhasznált energia nagy részét.

A megújuló energiaforrások jelentősége épp ezekben a dolgokban keresendő. Használatuk nem szennyezi a környezetet, emellett mindig a rendelkezésünkre állnak, ugyanis olyan energiaforrásokról beszélünk, melyek folyamatosan újratermelődnek, és ezáltal kimeríthetetlenek.

Ezekkel a tulajdonságaikkal hozzájárulnak a fenntartható fejlődéshez, környezetbarát voltukból adódóan pedig segítenek a vízszennyezés, levegőszennyezés, üvegházhatás mérséklésében. A megújuló energiaforrások közé soroljuk a napenergiát, a vízenergiát, a szélenergiát, a geotermikus energiát és a különböző formában megjelenő biomasszát.

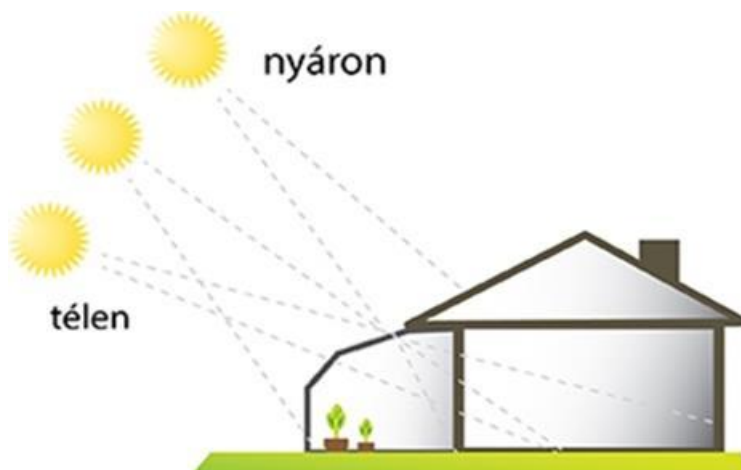
A szél- és napenergia-technológiák alkalmazása lehetőséget ad akár arra is, hogy az emberek előállítsák az otthonukban használt villamos-energiát, üzemanyagot és a víz egy részét vagy akár egészét.

---

<sup>1</sup> NKE HHK, műszaki honvéd tisztjelölt, e-mail: edinaviragh@gmail.com

## A NAPENERGIA HASZNOSÍTÁSÁNAK MÓDJAI

A napenergia a Napban lejátszódó magfúziós folyamatok során keletkező energia összessége. Köztudott, hogy a Nap által kisugárzott energia mennyiségének rendkívül kis hányada jut el a Földre, viszont kevesen tudják, hogy ez az energiamennyiség mégis több ezerszer nagyobb, mint amennyit az emberiség felhasznál.



1. ábra Passzív napenergia-hasznosítás<sup>2</sup>

A napenergia hasznosításának alapvetően két módja van. Beszélhetünk aktív és passzív hasznosításról. A passzív hasznosítás esetében nem beszélünk különleges, erre fejlesztett berendezések alkalmazásáról, hanem az épületeinket próbáljuk úgy tervezni, hogy azok a lehető legoptimálisabb módon gyűjtsék be a napsugárzás energiáját.

Az aktív napenergia hasznosítás esetében külön erre a célra kifejlesztett, speciális berendezéseket használunk a cél elérésére. Ide sorolhatók a napsugárzás hőenergiáját hasznosító napkollektorok, vagy akár a fényt elektromos energiává alakító napelemek is. A napkollektorok a napenergia befogásának leggazdaságosabb és legnagyobb hatásfokkal rendelkező módjai, mivel esetében abszolút tiszta energiafelhasználásról beszélünk. Szintén a pozitívumokhoz sorolható, hogy a fosszilis tüzelőanyagokkal ellentétben ez a módszer egyáltalán nem szennyezi a környezetet, sőt a panelek hozzájárulnak a káros anyagok kibocsátásának csökkentéséhez is.

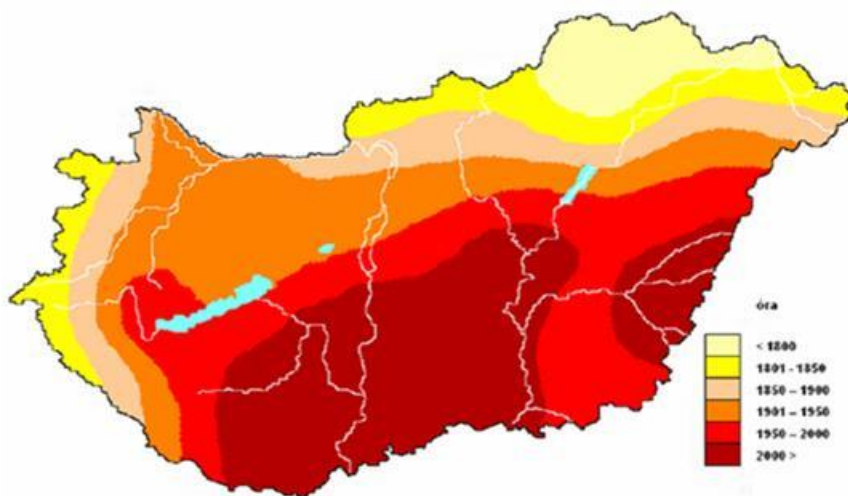
### Napsugárzás átalakításának eszközei

Magyarországon a hetvenes évek környékén kezdtek először napenergiát hasznosítani. Európai viszonylatban kedvező helyzetben van országunk a napsütési viszonyaink szempontjából.

A magyarországi sugárzási adatok regisztrálásáért, a napsütéses órák számának méréséért és a sugárzásintenzitási értékek elemzéséért a Meteorológiai Intézet felel. A napsütéses órák számából megtudjuk, hogy egy adott helyen, adott időszakban hány órán át süt a nap. Magyarországon ez az érték átlagosan évi 2100 óra. A napsugárzás mértéke az ország területére vonatkoztatva általában nem változik. Másik fontos tényező a globális sugárzás. A napenergia hasznosítása szempontjából ennek is nagy jelentősége van, mivel segítségével ki lehet szá-

<sup>2</sup> Forrás: <http://solartisnapkollektor.hu/napenergia.php> 2016.04.07.

molni, hogy egy bizonyos időtartamon belül várhatóan milyen mennyiségű energiát tudunk majd hasznosítani.



2. ábra A napsütéses órák száma Magyarországon<sup>3</sup>

Mint már korábban írtam, a Föld felszínére érkező energia több ezerszerese az ország teljes villamos-energia felhasználásának. A probléma, hogy ezt a kedvező helyzetet gazdasági és technikai hiányosságok miatt nem tudjuk teljesen kihasználni. Erre egy jó példa, hogy Ausztriában manapság körülbelül két millió négyzetméternyi napkollektor van, de nálunk csupán 40 ezer. A fotovillamos rendszerek által megtermelt energiát számos területen lehet hasznosítani, ezért a napelemek alkalmazása rendkívül sokrétű, hiszen az élet számos területén találkozhatunk velük. A teljesség igénye nélkül felsorolok pár alkalmazási területet: villamos hálózattól távol eső lakóházak, hétvégi házak, üdülők, turistaházak, tanyák, gazdasági épületek, létesítmények áramellátása, villamos hálózattól távol eső települések áramellátása, hírközlő berendezések (TV relé állomás, mobil telefonrendszer, helyi telefonközpont stb.), mérőberendezések, vízszivattyúzás áramellátása. Ezek mellett képes a különböző közszükségleti cikkek, szellőző-berendezések, villamos motorcsónakok, hajók, villamos hajtású repülőgépek, autók és egyéb eszközök áramforrási szerepének betöltésére is.

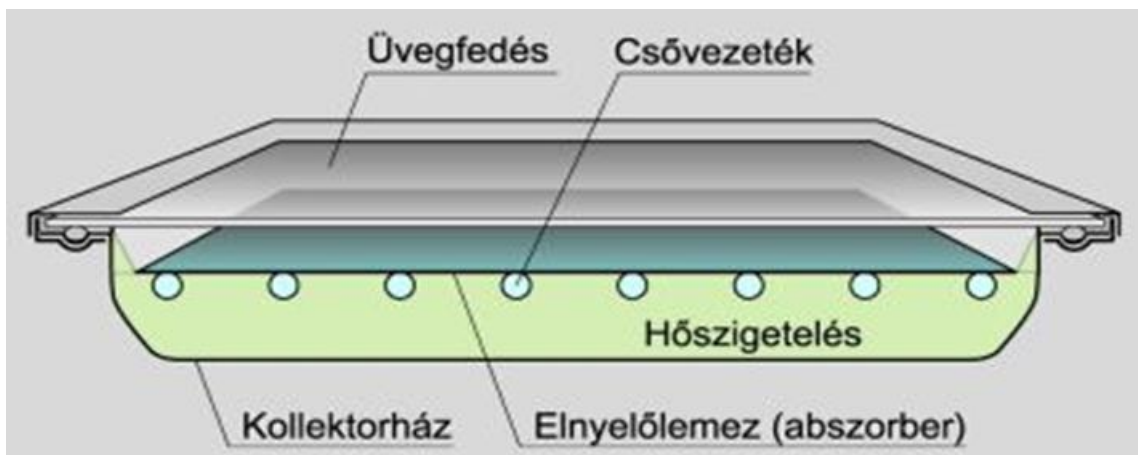
## Napkollektorok

A napkollektorok tulajdonképpen olyan épületgépészeti berendezések, melyek a napenergia felhasználásával állítanak elő fűtésre, vízmelegítésre használható hőenergiát.

Hőközvetítő közege jellemzően folyadék, de a levegőt használó változatai is megtalálhatók a gyakorlatban. Ami gyakran megjelenő hiba, hogy sokan összekeverik a napelemmel, pedig a két berendezés nem ugyanaz, mivel a napelemek a napsugárzást alakítják át elektromos energiává. A napkollektor fényelnyelő rétegét abszorbernek is nevezik, mely réteg a fény elnyelése által melegszik fel. A hőt a keményforrasztott vagy lézerhegesztett csőháló veszi fel, majd egy előremenő és egy visszatérő cső segítségével vezetik be a házba – általában keringtető szivattyúval, de erről pontosabban említést teszek a későbbiekben.

<sup>3</sup> Forrás: [http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021\\_Megujulo\\_energia/ch05.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Megujulo_energia/ch05.html), 2016.04.01.

A napkollektorok hatékonysága nem állandó, több tényezőtől függ, és bizonyos intézkedésekkel növelhető. A hatékonyság függ a napkollektorok helyzetétől is, illetve a napkollektor felület dőlésszögétől és tájolásától. Ha optimális hatást akarunk elérni, akkor déli irányba tájoljuk a kollektort, mert ha nem így teszünk, az teljesítménycsökkenést jelenthet.



3. ábra Napkollektor felépítése<sup>4</sup>

Ha kelet-nyugati tájolású tetőről beszélünk, akkor a hatékonyság érdekében alkalmazzunk nyugati tájolást, ugyanis így elkerülhető, vagy csökkenthető az eső, jégeső okozta károk eredménye. A napkollektor dőlésszögének megválasztása szintén fontos szempont. A leghatékonyabb eredményt  $15^\circ$  és  $25^\circ$  közötti értékkel érhetünk el, ugyanis nyáron a nap magasabban helyezkedik el az égen. Azonban ha a napkollektoros rendszerünket egész éves üzemre tervezzük, akkor  $45^\circ$  és  $60^\circ$  közötti a napkollektor dőlésszög optimális értéke. Gyártanak napkövető szerkezeteket is, melyeknek alkalmazása lehetővé teszi, hogy a napelemek mindig a legnagyobb energiát szolgáltatassák, azonban ezek kevésbé elterjedtek a többletköltségüknek köszönhetően.

A napkollektoroknak több típusa van, melyek a következők: szelektív síkkollektor, vákuumcsöves kollektorok, vákuumos síkkollektor. A szelektív síkkollektor egy zárt kollektor, mely szelektív bevonatú abszorberrel van ellátva és egyszeres üvegezéssel készül.

A vákuumcsöves kollektoroknál az elnyelő-lemez az üvegcsőbe kerül elhelyezésre, melyből a gyártás során a levegőt kiszívják.

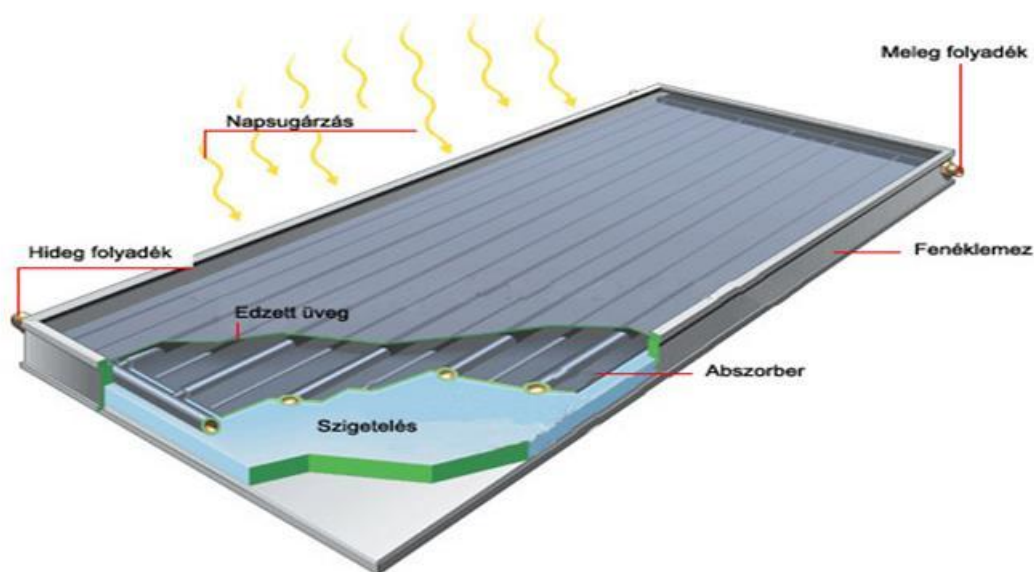
Ez rendkívül jó hőszigetelő, viszont hátulütője, hogy egy idő után a kitett hő-sokk hatására elfárad és a vákuumot nem tudja tartani, ezáltal a hatásfoka csökken. A vákuumos síkkollektor kialakítása hasonló a szelektív síkkollektorhoz, de a kollektorház légmentesen zárt és az üveg fedőlap behorpadás ellen tüskékkel van alátámasztva.

A napkollektorok által ellátandó feladatok szintén sokrétűek lehetnek. Használhatjuk meleg víz előállítására, fűtés rásegítésre, medencefűtésre, de egyéb kombinált rendszerekhez is. Leggyakrabban meleg víz készítésére használják.

A síkkollektor és a vákuumos napkollektor is képes betölteni ezt a funkciót, hatásfokuk közel azonos, de olcsóbb ára miatt a síkkollektor használata tanácsosabb.

<sup>4</sup> Forrás: [http://www.solarkollektor.hu/napkollektor\\_rendszerek\\_felepitesi](http://www.solarkollektor.hu/napkollektor_rendszerek_felepitesi), 2016.04.02.



4. ábra Síkkollektor felépítése<sup>5</sup>

Fűtés rásegítésénél a síkkollektor javasolt megbízhatósága miatt, medencék fűtésénél pedig általában a vákuumos napkollektor, mert mindig hideg medencét kell felfűteni, és ebben az üzemmódban a vákuumos kollektorok hatásfoka kedvezőbb, mert jobb a hőszigetelése. Hátránya azonban, hogy kevésbé megbízható, és nagyon költséges. Elhelyezésnél fontos a megfelelő tájolás is. Nemcsak tetőkön, de talajon is elhelyezhetők a különböző kollektorok. A napkollektor üresjáratú hőmérséklete akár 180 °C is lehet, ezért a szerkezeti elemeket úgy kell megválasztani, hogy ezt a hőterhelést el tudja viselni.

### Napkollektor rendszerek működése

A napkollektoros rendszer részei a következők:

- napkollektorok, melyek elnyelik és hővé alakítják a napsugárzás energiáját;
- tárolók, melyek a megtermelt hőt meleg víz formában tárolják;
- működtető, szabályzó és biztonsági berendezések, szerelvények (tágulási tartály, automatika, biztonsági szelep, nyomás- és hőmérők, szabályzó és váltó szelepek);
- csőrendszer, mely a napkollektorokat köti össze a tárolóval és a fogyasztókkal.

#### 1. Egykörös rendszer

Az egykörös kollektor-rendszer szerkezete nem bonyolult. Használata korlátolt, ugyanis csak fagymentes időszakban működőképes, de akkor is fennáll a vízkő keletkezésének veszélye.

#### 2. Kétkörös rendszer

Ebben az esetben már alkalmaznak fagyálló folyadékot a feltöltéskor. A felmelegített fagyálló folyadék egy hőcserélőn keresztül felmelegíti a tárolóban lévő vizet. Egész évben működtethető, ezáltal előnye a nagyobb éves energiahozam, megbízhatóság, víznövekedést kiküszöbölő.

<sup>5</sup> Forrás: [http://www.solarkollektor.hu/napkollektor\\_rendszerek\\_felepitesi](http://www.solarkollektor.hu/napkollektor_rendszerek_felepitesi), 2016.04.02.



lő üzem. Hátránya viszont a hőcserélő miatti magasabb beruházási költség, valamint a fel- és utántöltés.

A napkollektorok tovább csoportosíthatók a munkaközeg szállítása szerint az alábbiakra:

### *1. Gravitációs keringtetésű napkollektoros rendszerek*

Esetében a meleg víz tárolótartály magasabban helyezkedik el, mint a kollektor, s így a munkaközeg keringése a kollektorban a felmelegedett folyadék fajsúlycsökkenése miatt indul meg. Ebben az esetben nincs szükség keringtető szivattyú beépítésére, a nyomáskülönbség viszonylag alacsony, ami indokolja a kis áramlási ellenállású kollektorok és tárolók alkalmazását.

### *2. Szivattyús keringtetésű napkollektoros rendszerek*

Esetében a hőátadó folyadékot keringtető szivattyú áramoltatja a rendszerben. A meleg víz tárolóhelye bárhol elhelyezhető, és az előző rendszerrel ellentétben nem kell kis áramlási ellenállású elemeket használni. Jól szabályozható, megbízható, hátránya viszont, hogy beruházási és üzemeltetési költsége nagyobb.

## **Napelemek**

A napkollektorok bemutatása után a napelemek rövid ismertetésével folytatom, melyek használata szintén rendelkezik pozitív tulajdonságokkal. A napelemek a napfényt alakítják át elektromos energiává, viszont hozzá kell tennem, hogy ennek árnyoldala is van, ugyanis ha nem használjuk fel azonnal az így nyert energiát, akkor azt valamilyen módon tárolnunk kell.

Sajnos a technológia manapság nem áll azon a szinten, hogy a villamos energia tárolása könnyen megoldható legyen. Egyetlen lehetséges megoldást az akkumulátoros tárolás jelentene, de ez viszont drága opció, ráadásul az akkumulátorok jellemzője, hogy élettartamuk rövid és elhasználódásuk után környezetszennyező anyagokká válnak.

Ehelyett egyre elterjedtebb módszer, hogy a kis energiatermelők a villamos hálózatot használják „akkumulátorként”, és ha többet termelnek, mint a fogyasztásuk, akkor azt a hálózatba táplálják, ha pedig kevesebbet, akkor a hálózatról vételeznek villamos energiát. Ez a módszer nagy sikernek örvend és egyre jobban terjed.

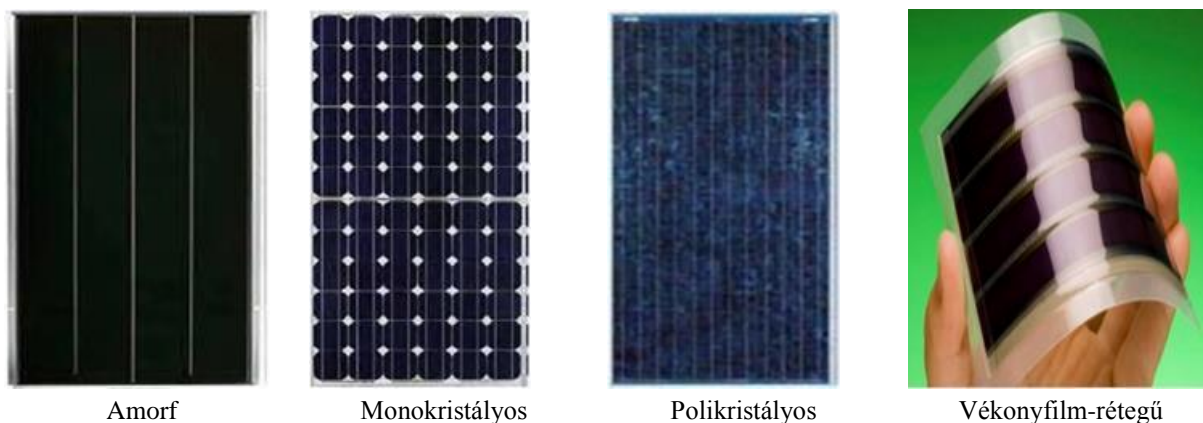
A napelemes áramforrásokat több csoportra bonthatjuk az alapján, hogy kapcsolatban vannak-e közüzemi villamos hálózattal vagy sem. Amelyik nincs kapcsolatban villamos hálózattal, azt autonóm áramforrásnak, a kapcsolatban lévőket pedig napelemes hálózatra dolgozó rendszereknek nevezzük. A napelem, akkumulátor és terhelés illesztésére szolgáló szabályozó elektronikák általában korszerű félvezetős eszközök és az akkumulátortól és a napelemtől függetlenül helyezik el. Az áramátalakító szintén korszerű félvezető eszközök alkalmazásával készül, és elhelyezése a szabályozó elektronikához hasonló. Néhány éve megjelentek a napelem modulba épített kis áramalakítók, azonban ezeket általában a közvetlenül hálózatra csatlakozó berendezéseknél alkalmazzák.

A napelemes áramforrások felépítése általában megegyezik. A következő elemeket tartalmazzák: napelem modul/ modulok, csatlakozó doboz, szabályozó elektronika, akkumulátor/ akkumulátorok (ha az energiát tárolni kell), áramátalakító (ha a fogyasztó váltakozó áramú).

Alapvetően négy típusát különböztetjük meg, melyek a következők: amorf, monokristályos, polikristályos, vékonyfilm-rétegű napelem. Az amorf napelem a legelterjedtebb típus, mert olcsó az előállítási költsége. A hatásfoka 4–6% között van, ami alulmarad a többihez képest. Mivel kicsi a hatásfoka ezért jóval nagyobb felületet igényel az elhelyezése. Az amorf napelem a szórt fényt jobban hasznosítja, mint a közvetlen napfényt. Az élettartamuk csak 10 év körül van.

A monokristályos napelem a ma létező legjobb hatásfokkal bíró napelem, aminek hatásfoka 15–17% között van. Ez a napelem a közvetlen napfényt hasznosítja jobban, de a szórt napfényben már kevésbé tudja hasznosítani. Élettartama 30 év körül van. A polikristályos napelem hatásfoka is már megközelíti a monokristályos napelemét, aminek hatásfoka 10–13% között van. Élettartama 25 év körül van.

A vékonyfilm-rétegű napelemet a köznyelv a gyorsabb kimondhatóság kedvéért vékony-napelemnek nevezi. Hatásfokuk megközelíti (sőt, van, amelyik túl is szárnyalja) a többkristályos napelemnél tapasztalt értéket. Átlagos hatásfoka jelenleg 8–10%, legrosszabb 5%, a legjobb pedig akár 15% is lehet. Összességében a vékonyfilm napelemeknél elmondható, hogy nem csak az optimális telepítési szögnél (Magyarországon ez 45°) képesek a névleges teljesítményüket leadni, hanem attól akár 15°-os eltérés esetén is. Ezáltal a napelemeket 30 és 60 fokos dőlésszög tartományban telepíthetjük. A hagyományos napelemekkel szemben bizonyos mértékben a szórt Napfényt is villamos energiává tudják alakítani.



5. ábra Napelem-típusok<sup>6</sup>

## Napelemes és napkollektoros rendszerek megtérülési ideje

Több tényező figyelembevételével kiszámítható, hogy mennyi a megtakarítás és mikor térül meg a napelemes rendszer alkalmazása a hagyományos, nem megújuló energiaforrásokkal szemben. Ennek meghatározásához számolnunk kell a villamos-energia árának az emelkedésével, az inflációval, kamatokkal, finanszírozási költségekkel és egyéb tényezőkkel.

Egy családi ház esetében általában 20 év alatt érhető el az az állapot, amire befektetéseink megtérülnek. A napkollektorok esetében kicsit más a szituáció, ugyanis itt a megtérülési idő attól függ, hogy mennyi a kihasználási órák száma. Optimális esetben a melegvíz-ellátásra kalkuláljuk a megtérülési időt, melynek oka, hogy meleg vizet egész évben használunk.

<sup>6</sup> Forrás: <http://napenergia.hupont.hu/2/napelemek-tipusai-felepitese>, 2016.04.07.

A napkollektoros rendszer pénzügyi megtérülésének kiszámításához a következő tényezők szükségesek: a napkollektoros rendszer beruházási költsége, a kiváltott energiahordozó fajtajegysége, és az, hogy mennyi hagyományos energia takarítható meg a napkollektoros rendszerrel. Az érték itt átlagosan a fele, mint a napelemek esetében, ugyanis egy átlagos családi ház esetében körülbelül 10–12 év szükséges a megtérüléshez.

Ha az állam támogatja a beruházást, akkor a megtérülés még kevesebb idő alatt bekövetkezik. Az Új Széchenyi Terv program keretein belül például akár 40%-os támogatás is igényelhető a napkollektorok vásárlására. Összegzésként talán annyit, hogy lehet, hogy soknak tűnik ez a 10, akár 20 év, de ha belegondolunk, hogy mennyi fosszilis tüzelőanyag elégetésétől kíméltük meg a napelemek, napkollektorok használata által a környezetünket, akkor rájövünk, hogy mindenképpen jó befektetés.



6. ábra Napelemes ház<sup>7</sup>

## ÖSSZEFOGLALÁS

A napenergia elsődleges előnye, hogy kifogyhatatlan és mindig a rendelkezésünkre áll. Tehetünk bármit, a napsütés akkor is létezik, akár kihasználjuk az általa Földre sugárzott energiát, akár nem, így ha belegondolunk, minden egyes felület, ahová úgy süt a Nap, hogy azt nem használjuk ki saját céljainkra, az elvesztegetett, kidobott energia.

Ha ez nem lenne, elég, emellé adódik a tény, hogy mialatt a Nap energiáját nem használjuk ki, emellett fosszilis energiahordozók elégetéséből nyerjük a számunkra szükséges energiát, amely önmagában borzasztó, mivel a környezetre gyakorolt hatásai miatt hozzájárul az üvegházhatás kialakulásához, ami pedig közvetlenül a globális felmelegedéshez.

A napenergia további előnye, hogy gazdaságos és értéke évek múltán megtérül. Ez elsőre sok időnek tűnhet, de tisztában kell lennünk vele, hogy akár napkollektorban, akár napelemben gondolkodunk, csak a rendszer telepítése jelent egyszeri költséget, a további üzemeltetés nem.

A telepítés után minden egyes napsütéses óra hasznunkra van, mivel a kollektor a természet tiszta energiáját gyűjti be számunkra és alakítja át általunk használható energiává.

---

<sup>7</sup> Forrás: <http://www.helioactive.com/napelemes-rendszerek>, 2016.04.07.

A pozitívumok mellett csak nagyon kevés negatívum sorolható fel, így bátran ajánlhatom mindenkinek a környezetbarát napkollektorok és napelemek használatát a jövőben, mely segítené egy „zöldebb” környezet és élettér kialakítását.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

1. [http://elib.kkf.hu/edip/D\\_12031.pdf](http://elib.kkf.hu/edip/D_12031.pdf) 2016. 03. 29.
2. <http://www.solart-system.hu/12.7.0609.pdf> 2016. 03. 30.
3. <http://www.acrux.hu/sun/napkollektor.html> 2016. 04. 01.
4. [http://phd.lib.uni-miskolc.hu/JaDoX\\_Portlets/documents/document\\_14793\\_section\\_7194.pdf](http://phd.lib.uni-miskolc.hu/JaDoX_Portlets/documents/document_14793_section_7194.pdf) 2016. 04. 02.
5. [http://www.solarkollektor.hu/napkollektor\\_rendszerek\\_felepitesi](http://www.solarkollektor.hu/napkollektor_rendszerek_felepitesi) 2016. 04. 02.
6. [http://phd.lib.uni-miskolc.hu/JaDoX\\_Portlets/documents/document\\_14793\\_section\\_7194.pdf](http://phd.lib.uni-miskolc.hu/JaDoX_Portlets/documents/document_14793_section_7194.pdf) 2016. 04. 04.
7. <http://solartisnapkollektor.hu/napenergia.php> 2016. 04. 07.
8. <http://zoldaram.hu/Image/get/7bd703606dd25aac13757064bc612a4c/370/245/crop> 2016. 04.01.
9. [http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021\\_Megujulo\\_energia/ch05.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Megujulo_energia/ch05.html) 2016.04.01.
10. <http://ocean-1.hu/tkr/?cat=53> 2016.04.07.
11. <http://napenergia.hupont.hu/2/napelemek-tipusai-felepitesi> 2016.04.07.
12. <http://www.helioactive.com/napelemes-rendszerek> 2016.04.07

Dr. Berek Tamás<sup>1</sup>, Dr. Dénes Kálmán<sup>2</sup>

## MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK FELHASZNÁLÁSA KATONAI LÉTESÍTMÉNYEKBEN

### USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN MILITARY FACILITIES

*A globalizáció okozta klímaváltozás káros hatásainak csökkentése érdekében a Magyar Honvédségben is előtérbe került a megújuló energiaforrások felhasználása. Folyamatosan jelennek meg azok a rendszerek, amelyek pl. a nap, a szél, vagy a geotermikus energia hasznosításával váltják ki a hagyományos energiaforrásokat. A szerzők dolgozatukban azokat a megújuló energiaforrásokat hasznosító rendszereket mutatják be, amelyeket a katonai követelményeknek megfelelően, hatékonyan lehet működtetni katonai létesítményekben.*

**Kulcsszavak:** megújuló energiaforrás, napenergia, szélenergia, geotermikus energia, vízenergia, laktanya, katonai tábor

*To reduce the effects of globalization, climate change caused by an increased focus on renewable energy sources in Hungarian Defence Forces. Constantly appear on any systems that example. solar, wind or geothermal energy utilization replaced the traditional sources of energy. In their paper, the authors present the solar systems that can be operated effectively military camps.*

**Keywords:** renewable energy sources, solar energy, wind energy, geothermal energy, water energy, barrack, military camp

## BEVEZETÉS

A megújuló energiaforrások felhasználása nem napjaink nagy találmánya. Több ezer éve használjuk fel azokat különböző célokra a fűtéstől kezdve, a vitorlázáson át egészen napjaink energiatermeléséig. Több ezer éve használjuk, mert ingyenesen, mindenki számára rendelkezésre álltak. Az ipari forradalmat követően azonban alkalmazásuk jelentősen háttérbe szorult, mivel nagymértékben megnőtt a különböző felhasználók, azaz a lakosság, a mezőgazdaság és főként az ipar energiaigénye.

Ezt a jelentős energiaszükségletet a kor technikai fejlettségének megfelelően elsősorban foszszilis energiahordozók felhasználásával lehetett maradéktalanul biztosítani. Napjainkban sincs ez másként, hiszen az elsődleges energiatermelő erőművek továbbra is a szén, az olaj és a földgáz elégetésével termelnek villamos energiát. Ez a működés a kezdetektől fogva együtt járt jelentős mennyiségű, az élővilágra ártalmas, káros anyag kibocsátásával. Az emberi energiaszükségleteket éppen ezért úgy kell biztosítani, hogy a természeti környezetbe, azaz a saját és más élőlények életterébe a lehető legkisebb mértékben avatkozzunk be annak érdekében, hogy a fejlődésünk fenntartható legyen.

<sup>1</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem, egyetemi docens, [berek.tamas@uni-nke.hu](mailto:berek.tamas@uni-nke.hu)

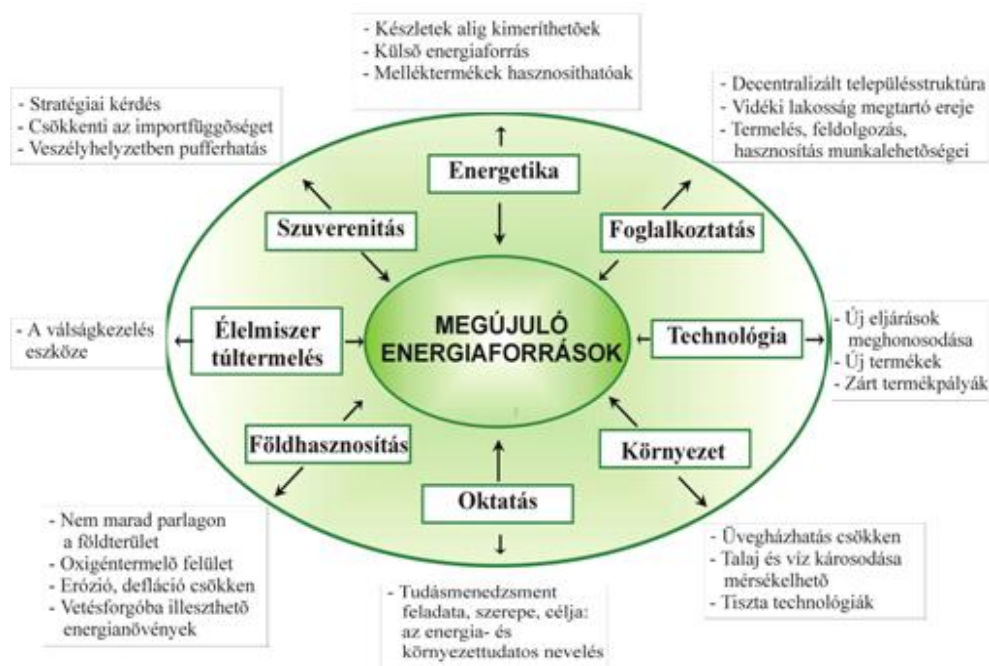
<sup>2</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem, egyetemi docens, [denes.kalman@uni-nke.hu](mailto:denes.kalman@uni-nke.hu) ORCID: 0000-0002-2951-7172

Ez a célkitűzés az elmúlt néhány évtizedben – elsősorban a globalizáció természeti környezetre gyakorolt visszafordíthatatlan hatásai miatt – egyre fontosabbá vált. Ennek következtében a fejlett országok – közöttük hazánk is – számos egyezményben, pl. az 1997-ben aláírt kiotói egyezményben vállalták, hogy jelentősen csökkentik az üvegházhatású gázok kibocsátását. Az elmúlt évtizedekben jelentősen felgyorsuló klímaváltozás megállításának, vagy inkább csak lassításának fontos kezdeti lépései voltak ezek a megállapodások. Mindezek eredményeként megjelentek azok az új technológiák, anyagok, berendezések, amelyek előállítása, használata és az azt követő megsemmisítése a korábbihoz képest kisebb mértékben károsították a környezetet.

Az energia-megtakarítást biztosító beruházások és a megújuló energiák felhasználása a Magyar Honvédségnek is kiemelt feladatai. Az elmúlt években, évtizedekben az állandó elhelyezést biztosító laktanyai létesítményekben a fűtés-korszerűsítés, a nyílászáró csere programok mellett megjelentek pl. a napenergiát hasznosító energiatermelő rendszerek. Az ideiglenes elhelyezésre szolgáló katonai táborokban azonban ezeknek a rendszereknek a polgári célú felhasználástól eltérő követelményeknek, fokozott igénybevételeknek kell megfelelniük.

## MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK

A megújuló energiaforrások olyan energiaforrások, amelyek a különböző természeti folyamatok által folyamatosan, vagy időszakosan rendelkezésre állnak, és jelentősebb emberi beavatkozás nélkül időről időre megújulnak vagy újratermelődnek. Alkalmazásuk lehetőséget biztosít arra, hogy részben vagy teljesen függetlenítsük az azt alkalmazó szervezetet a közüzemi szolgáltatóktól. Felhasználásuk további fontos okait mutatja be az 1. sz. ábra. A Magyar Honvédség létesítményeiben, amelyek állandó vagy ideiglenes elhelyezésre szolgálnak, különösen fontos lehet a külső szolgáltatóktól független energiaellátás.



1. sz. ábra: A megújuló energiák felhasználásának legfontosabb indokai [1]



Írásunkban azokat a megújuló energiaforrásokat felhasználó rendszereket mutatjuk be, amelyek megfelelnek a különböző katonai igényeknek állandó és ideiglenes elhelyezési körülmények között. Foglalkozunk továbbá a bemutatott rendszerek katonai alkalmazásának lehetőségeivel és módjaival is.

### Napenergiát hasznosító rendszerek

A napból érkező energia hő és fény formájában éri el a Földet, csillagászok számításai szerint még 5 milliárd<sup>3</sup> éven keresztül. Nagyon hosszú időn keresztül biztosítja még az energiát, amelyet egyébként ősidők óta hasznosítunk egyre korszerűbb és hatékonyabb technológiák segítségével.

A napenergia hasznosításának egyik alapvető módja a passzív hasznosítás. Ebben az esetben az épületek helyes tájolásával, az üvegezett nyílászárók méretének növelésével és a felhasznált építőanyagok jó megválasztásával az üvegházhatás jelenség elvén szabályozhatjuk-javíthatjuk az épületek hőháztartását.



2. sz. ábra: Kömmerling MD 88 Plusz ablakprofil [2]

Jelentős mennyiségű fűtési energiát takaríthatunk meg így, ugyanakkor fontos megemlíteni, hogy az épületek tájolása és mesterséges árnyékolása védelmet is tud nyújtani a napsugárzástól, ezáltal az épületek túlmelegedésétől. Létesítmények mesterséges hűtése helyett egyszerű és olcsó megoldás ez, amivel szintén jelentős mennyiségű energia takarítható meg. Meglévő

<sup>3</sup> <https://hu.wikipedia.org/wiki/Nap> (letöltve: 2016. 03. 18.)

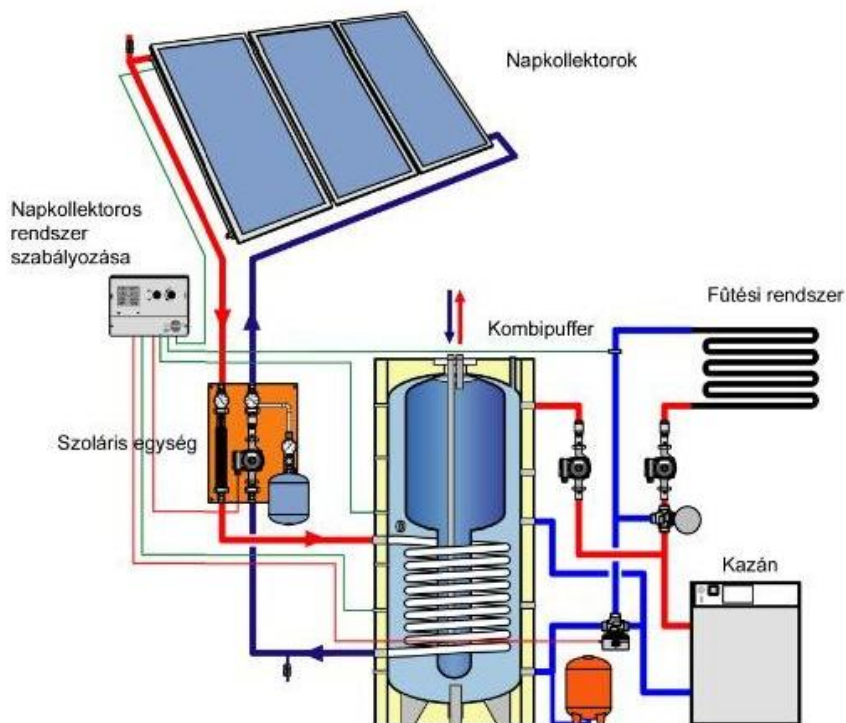


katonai létesítmények esetén a nyílászárók korszerűsítése és az utólagos árnyékolás jó megoldás. Ebben az esetben a teljes nyílászáró szerkezet (tok, üveg) hőátbocsátási tényezőjének ( $U''$  [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ]), vagyis a hővesztésnek a csökkentése a cél. A 2. sz. ábrán látható ablak-üveg hőátbocsátási tényezője az extrém üvegezésnek köszönhetően kimagaslóan jó a többi, piacon kapható termék között,  $U_g = 0,5 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ . A teljes szerkezetre mért hőátbocsátás értéke  $U_w = 0,76 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ .

Új épületek tervezésénél, valamint meglévő épületek korszerűsítésénél fontos elvek:

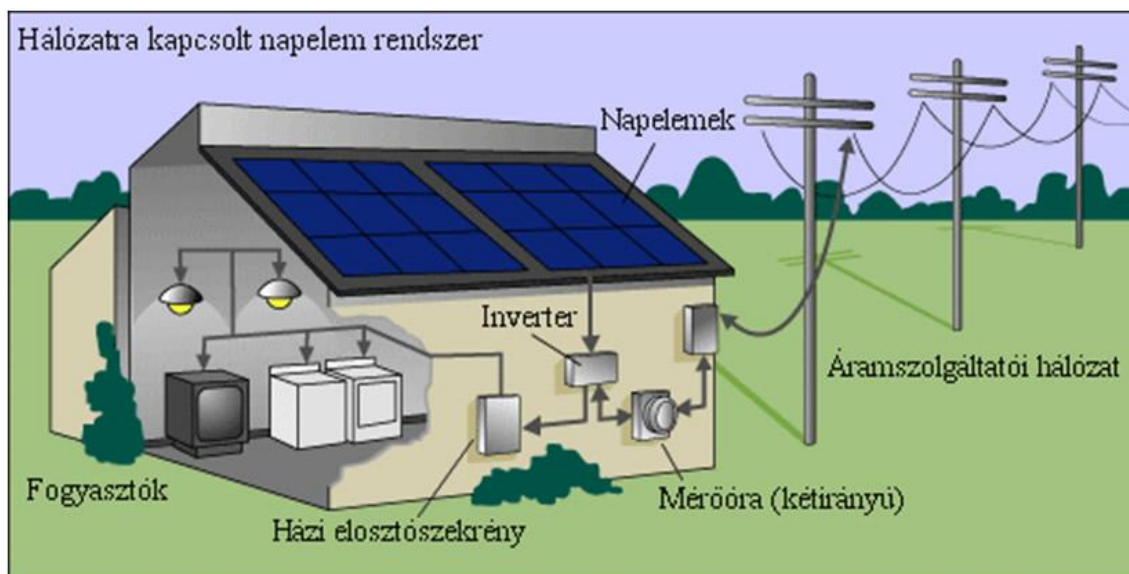
- Megfelelő tájolás a téli szoláris energia hasznosítása érdekében;
- Nyári hővédelem biztosítása árnyékolók alkalmazásával;
- Szükséges és elégséges vastagságú hőszigetelés tervezése;
- Uralkodó szélirány figyelembe vétele;
- Fal, tető, padló szerkezetekre előírt hőtechnikai értékek elérése;
- Hőszigetelt nyílászárók tervezése több rétegű, argon gázzal töltött üvegezéssel.

Az energiahasznosítás másik módja az aktív hasznosítás, amelynek több módszere ismert. Az első módszer lényege, hogy a napenergiát napkollektorokkal összegyűjtjük és hőenergiává alakítjuk. A különböző típusú napkollektorokkal a levegőt vagy a folyadékot (sík, vákuumcsöves, heatpipe, stb.) felmelegítjük, majd felhasználjuk vagy tároljuk. Ezt a hőenergiát fűtés rásegítésre, vagy használati melegvíz előállítására használhatjuk fel. Erre látunk példát a 3. sz. ábrán.



3. sz. ábra: Napkollektor rendszer vázlata [3]

A másik módszer alapja a napelem, aminek segítségével a napsugárzás energiáját közvetlenül elektromos energiává alakítjuk, amit közvetlenül a villamosenergia-hálózatba táplálhatunk (ezt szemlélteti a 4. sz. ábra), vagy akkumulátorok segítségével tárolni tudunk.



4. sz. ábra: Hálózatra kapcsolt napelem rendszer [4]

Katonai célú felhasználásra mindkét, azaz a passzív és az aktív energiatermelési mód egyaránt megfelel. Mindazonáltal laktanyai, állandó elhelyezési körülmények között a fokozott igénybevételre tervezett, ipari alkalmazásra szánt rendszereket javasoljuk. Fontos kihangsúlyozni, hogy a napelemes rendszereket csak kiegészítő, másodlagos energiatermelő berendezésként célszerű beépíteni, nem pedig a közüzemi villamosenergia-ellátás teljes kiváltására.

### Biomasszát hasznosító rendszerek

A biomasszát hasznosító rendszerek a biológiai úton létrejövő szervesanyagot használják fel égetéssel energia előállítására, vagy cseppfolyósítás után üzemanyag (bioetanol) előállítására. A hazánkban elérhető, tüzelhető biomassza-fajták pl. a tűzifa apríték, fűrészüzemi hulladékok, 1-2 éven belül újrateermelődő energiaültetvények, fűreszpor, szalma, energiafű, illetve ezekből előállított fa brikett vagy pellet.

Az elsősorban fűtésre és HMV (használati melegvíz) előállítására szolgáló biomasszát hasznosító rendszerek alkalmazását legfőképpen állandó elhelyezésre szolgáló, laktanyai körülmények között javasoljuk, mivel a biomasszát folyamatosan, nagy mennyiségben kell biztosítani. Ezt pedig pl. erdészetekkel vagy fűrészüzemekkel kötött, hosszú távú szerződésekkel lehet biztosítani.

Katonai táborokban a biomasszát – amennyiben megoldott a folyamatos ellátása – kizárólag egyedi fűtőberendezésekben, pl. kazánban vagy kályhában elégetve javasoljuk felhasználni.

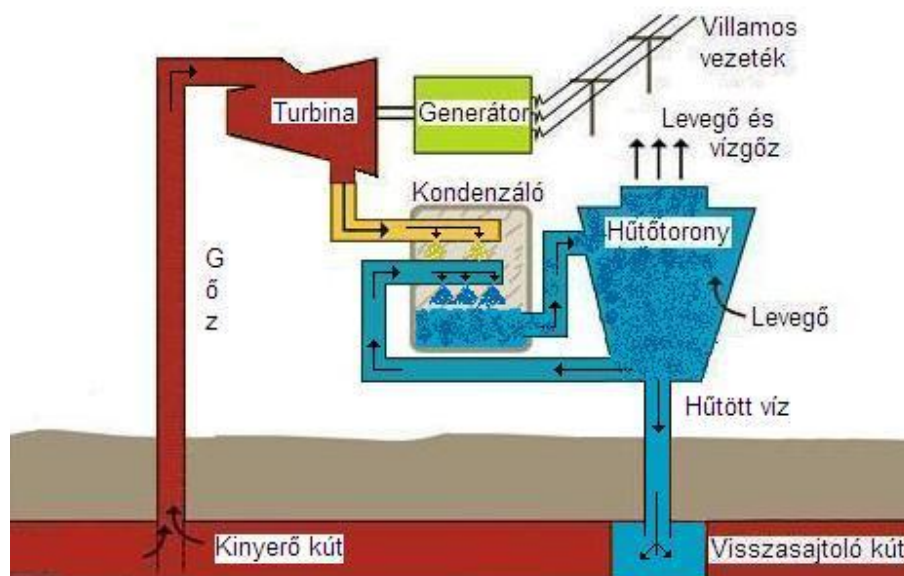
### Geotermikus energiát hasznosító rendszerek

A geotermikus energia rendszerek a Föld belső hőjéből származó energiát hasznosítják olcsón, minimális károsanyag kibocsátása mellett, a levegő szennyezése nélkül. Tekintettel arra, hogy a geotermikus erőműveket általában közvetlenül az energiaforrásra telepítik, így nem kell a többi, pl. széntüzelésű erőműhöz hasonlóan a tüzelőanyag szállításához szükséges kiterjedt infrastruktúrát kialakítani. Ez így tehát nem okoz többletköltséget és a szállításból adódó környezetterhelést sem.

A számos előnye mellett jelentős hátránya a rendszernek, hogy a telepítéskor magasabb beruházási költséget jelentenek a beruházónak más erőművekkel szemben, viszont az üzemeltetési, fenntartási és karbantartási költségei lényegesen alacsonyabbak.

A geotermikus energia polgári felhasználási területei:

- üvegházak fűtésére a mezőgazdaságban;
- házak, lakások, lakótelepek fűtésére;
- villamosenergia termelésre, ahogyan azt az 5. sz. ábra szemlélteti.



5. sz. ábra: Geotermikus erőmű [5]

Az elsősorban fűtésre és HMV (használati melegvíz) előállítására szolgáló geotermikus energiát hasznosító rendszerek alkalmazását legfőképpen állandó elhelyezésre szolgáló, lakotanyai körülmények között javasoljuk.

Katonai táborokban a rendszer alkalmazását, annak bonyolultsága miatt nem javasoljuk.

### Szélergiát hasznosító rendszerek

A szélergia forrása a Nap, mivel a napsugárzás a földfelszín különböző területeit eltérő mértékben melegíti fel, a hőmérséklet különbség pedig nyomáskülönbséghez vezet. Ez okozza a levegő áramlását, vagyis a szelet, aminek mozgási energiájából szélturbinák által nyerhetünk villamos energiát.

A szélergia felhasználása környezetvédelmi és költségelőnyei következtében úgy Európában, mint hazánkban évtizedek óta rohamosan nő. A szélergia kitermeléséhez a múltban szélmalomokat, napjainkban pedig szélturbinákat használhatunk.

A szélergiát hasznosító rendszereket főként állandó elhelyezésre alkalmas katonai létesítményekben javasoljuk kiépíteni, elsősorban kiegészítő, másodlagos energiatermelő rendszerként. A közüzemi villamosenergia-ellátás teljes kiváltására nem alkalmas, mivel a szél nagyon változékony irányú- és sebességű meteorológiai elem.

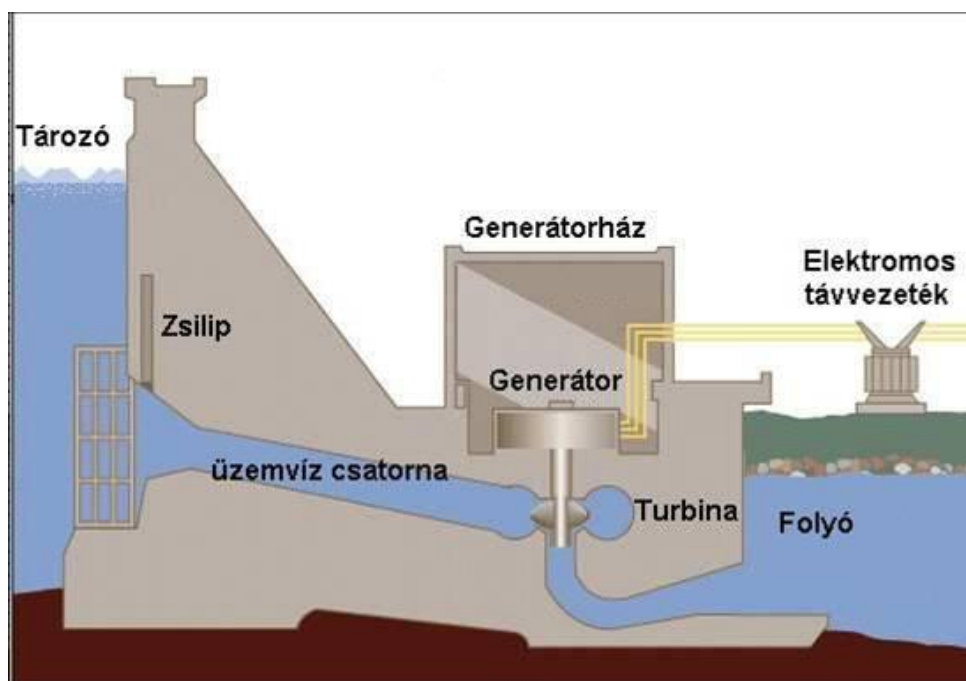
Katonai táborokban szélenergiát hasznosító rendszerek kiépítését nem javasoljuk, mivel az állandó és folyamatos villamosenergia-ellátás az állomány biztonsága érdekében nélkülözhetetlen. Ezt a szélturbina nem tudja biztosítani, így továbbra is aggregátorok alkalmazását javasoljuk, ha nem áll rendelkezésre helyi közüzemi szolgáltatás.

### Vízi-energiát hasznosító rendszerek

A vízenergia évezredek óta használt, nagy mennyiségben rendelkezésre álló kiszámítható és folyamatosan rendelkezésre álló energiaforrás, amelyet a víz eséséből vagy folyásából termelünk ki vízierőművekben, vízturbinák által, ahogyan azt a 6. sz. ábra szemlélteti.

A vízienergia legfontosabb előnye, hogy nem szennyezi a környezetet, továbbá nem termel sem szén-dioxidot, sem más egyéb, üvegházhatást okozó gázt. Vízierőművek fajtái:

- folyami erőmű, duzzasztással vagy anélkül;
- tározós erőmű;
- árapály erőmű;
- földalatti erőmű;
- szivattyús-tározós erőmű;
- hullámerőmű;
- tengeráramlat erőmű;
- ozmózis erőmű.



6. sz. ábra: Folyami vízerőmű [6]

Vízenergiát hasznosító rendszerek alkalmazását sem állandó elhelyezésre alkalmas laktanyai, sem pedig ideiglenes elhelyezésre szolgáló tábori körülmények között nem javasoljuk, mivel

szükséges hozzá valamilyen vízfolyás. Ez általában sem laktanyák, sem pedig táborok területén nem áll rendelkezésre.

## ÖSSZEGZÉS

Az elsősorban globalizáció okozta klímaváltozás káros hatásainak csökkentése, valamint az energia megtakarítás érdekében a Magyar Honvédségben is egyre fontosabbá vált a megújuló energiaforrások felhasználása.

Emellett nem elhanyagolható szempont a missziós területen, helyi szolgáltatóktól függetlenül megvalósítható saját tábori közműellátás.

A megújuló energiaforrások egyik nagy előnye, hogy felhasználásuk összhangban van a fenntartható fejlődés alapelveivel, vagyis hasznosításuk nem, vagy csak minimális mértékben károsítja a környezetet. Alkalmazásuk nem okoz olyan mértékű, akkumulálódó káros hatásokat, mint az üvegházhatás, a levegőszennyezés vagy a vízszennyezés.

A katonai táborokban is megfelelően működő, megújuló energiaforrásokat hasznosító rendszereknek azonban sokkal szigorúbb követelményeknek kell megfelelniük, mint az állandó elhelyezésre szolgáló, laktanyai létesítményekben alkalmazottaknak. Sok esetben szélsőséges időjárási körülmények között, nagyobb mechanikai és fizikai igénybevételeket kell kibírniuk károsodás és számottevő teljesítményvesztés nélkül.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Url: [http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021\\_Energetika/ch04.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Energetika/ch04.html) (letöltve: 2016. 04. 12.)
- [2] Url: <http://muanyag-ablak-akcio.hu/muanyag-ablak/kommerling-md88> (letöltve: 2016. 04. 12.)
- [3] Url: <http://www.megujulofutes.hu/wp-content/uploads/2010/10/f%C5%B1t%C3%A9sr%C3%A1seg%C3%ADt%C3%A9snagyII.jpg> (letöltve: 2016. 04. 10.)
- [4] Url: <http://www.villmester.hu/kepek/napelem.jpg> (letöltve: 2016. 04. 09.)
- [5] Url: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/hu/1/1d/Dry\\_steam\\_plant.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/hu/1/1d/Dry_steam_plant.jpg) (letöltve: 2016. 04. 12.)
- [6] Url: [http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0085\\_energetikai\\_alapismeretek/ch11s02.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0085_energetikai_alapismeretek/ch11s02.html) (letöltve: 2016. 04. 12.)

Edina Virágh<sup>1</sup>

## UTILIZATION OF WIND POWER (A SZÉLENERGIA HASZNOSÍTÁSA)

*Let's take a look at our world! The water, soil, air is polluted by wastes and the reasons of this phenomena are us, human beings. We destroy the nature every day in several ways and not just with littering on the streets, but also with giving birth to harmful airborne pollutants caused by the activity of combusting fossil fuels in order to produce energy. All of the people should know the fact that there is another alternative to solve the energy supply of our world. This solution can be the use of renewable energy sources such as sunlight, wind or biomass. In this article I would like to present the characteristics of windpower and some technologies that use this method for producing energy.*

**Keywords:** windpower, wind turbines, operation, components, transmission of wind energy

*Vessünk egy pillantást a világunkra! Földünk vizei, a levegő, talaj szennyezett, és ennek az oka nem más, mint mi, emberek. Minden nap számos módon hozzájárulunk környezetünk pusztításához, kezdve az utcán történő szemeteleléstől egészen a fosszilis tüzelőanyagok elégetéséig, mely tevékenység az energia előállításához szükséges, viszont környezetszennyező hatása óriási. Minden embernek tisztában kell lennie a ténnyel, hogy más lehetőségünk is van, mint ilyen módon és mértékben pusztítani világunkat. A megoldás a tradicionális energiaforrások megújuló energiaforrásokra történő kiváltása lehet. Ez véleményem szerint sosem fog megvalósulni, de legalább törekedhetünk arra, hogy arányaiban megváltoztassuk az energia előállítására használt energiaforrásokat. Publikáciomban a szélenergia jellegzetességeit és a szélerőművek működésének elveit ismertetem pár érdekességgel kiegészítve.*

**Kulcsszavak:** szélenergia, szélerőművek, működési alapelvek, alkatrészek, szélenergia átvitele

## INTRODUCTION

Before we start to talk about windpower, let me tell you some words about our determining phenomenon, the wind. What is wind exactly? What happens with it in the atmosphere? How does it move? We have several questions.



Illustration 1. Wind turbines [1]

---

<sup>1</sup> Cadet at National University of Public Service, Faculty of Military Science and Officer Training, edinaviragh@gmail.com



Wind is the movement of air from an area of high pressure to an area of low pressure. In fact, wind exists because the sun unevenly heats the surface of the Earth. As hot air rises, cooler air moves in to fill the void. As long as the sun shines, the wind will blow. And as long as the wind blows, people will harness it to power their lives. Ancient mariners used sails to capture the wind and explore the world. Farmers once used windmills to grind their grains and pump water. Today, more and more people are using wind turbines to wring electricity from the breeze. Over the past decade, wind turbine use has increased at more than 25 percent a year, but still, it only provides just a small fraction of the world's energy, and it is a very big mistake.

## THE TRANSFORMATION OF WIND INTO ENERGY

Most of the people do not know how useful the wind is. As I mentioned, we can use air flow through wind turbines to mechanically power generators for electricity. However not this one is the only one advantage of using wind.

Wind power is an alternative to burning fossil fuels, is plentiful, widely distributed, clean, produces no greenhouse gas emissions during operation and uses little land. Wind is a clean source of renewable energy that produces no air or water pollution. And since the wind is free, operational costs are nearly zero once a turbine is erected. Mass production and technology advances are making turbines cheaper, and many governments offer tax incentives to spur wind-energy development.

As I mentioned earlier the wind belongs to the group of renewable energy sources, which means that the amount of this is unlimited, so that we can use it whenever we want, but, how can we get energy from the wind?

The windpower is the conversion of the air's kinetic energy into the kinetic energy of a machine called turbine, which then creates electrical energy. The idea of harnessing the energy in moving air is over 2,000 years old.



Illustration 2. Wind turbines are generating electricity to supply homes [2]



Wind power is becoming a significant source of electrical energy in places like Spain, Portugal, Denmark and Germany, where it contributes almost one-fifth of the energy total. A wind turbine can be as tall as a 20-story building and have three 60-meter-long blades.

These contraptions look like giant airplane propellers on a stick. The wind spins the blades, which turn a shaft connected to a generator that produces electricity. Other turbines work almost the same way.

The biggest wind turbines generate enough electricity to supply several homes. Wind farms have tens and sometimes hundreds of these turbines lined up together in particularly windy spots, like along a ridge. Smaller turbines erected in a backyard can produce enough electricity for a single home or small business.

Some people think that wind turbines are ugly and complain about the noise the machines make. The slowly rotating blades can also kill birds and bats, but not nearly as many as cars, power lines, and high-rise buildings do. The wind is also variable: If it's not blowing, there's no electricity generated. We always have to sacrifice something so as to get something advantageous.

### **The structure of wind turbines and their operation**

First of all I would like to present the parts of a wind turbine and then you will see how do these gadgets work.

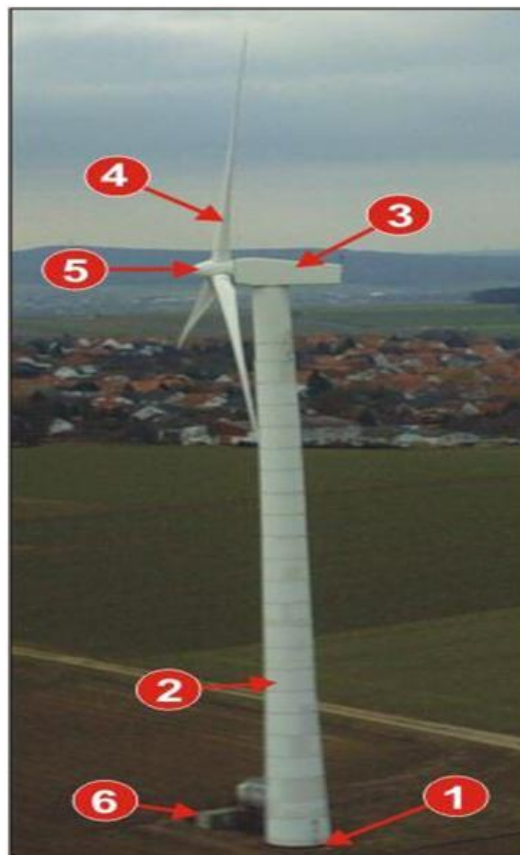


Illustration 3. Parts of a wind turbine [3]

There are 6 basic parts of a wind turbine that are the following:

## 1. Tower and foundation

In order to guarantee the stability of a wind turbine a pile or flat foundation is used, depending on the consistency of the underlying ground. The tower construction doesn't just carry the weight of the nacelle and the rotor blades, but must also absorb the huge static loads caused by the varying power of the wind. Generally, a tubular construction of concrete or steel is used. An alternative to this is the lattice tower form.

## 2. Rotor and rotor blades

The rotor is the component which, with the help of the rotor blades, converts the energy in the wind into rotary mechanical movement. Currently, the three-blade, horizontal axis rotor dominates. The rotor blades are mainly made of glass-fibre or carbon-fibre reinforced plastics. The blade profile is similar to that of an aeroplane wing. They use the same principle of lift: on the lower side of the wind the passing air generates higher pressure, while the upper side generates a pull. These forces cause the rotor to move forwards and rotate.

## 3. Nacelle with drive train

The nacelle holds all the turbine machinery. Because it must be able to rotate to follow the wind direction, it is connected to the tower via bearings. The build-up of the nacelle shows how the manufacturer has decided to position the drive train components (rotor shaft with bearings, transmission, generator, coupling and brake) above this machine bearing.

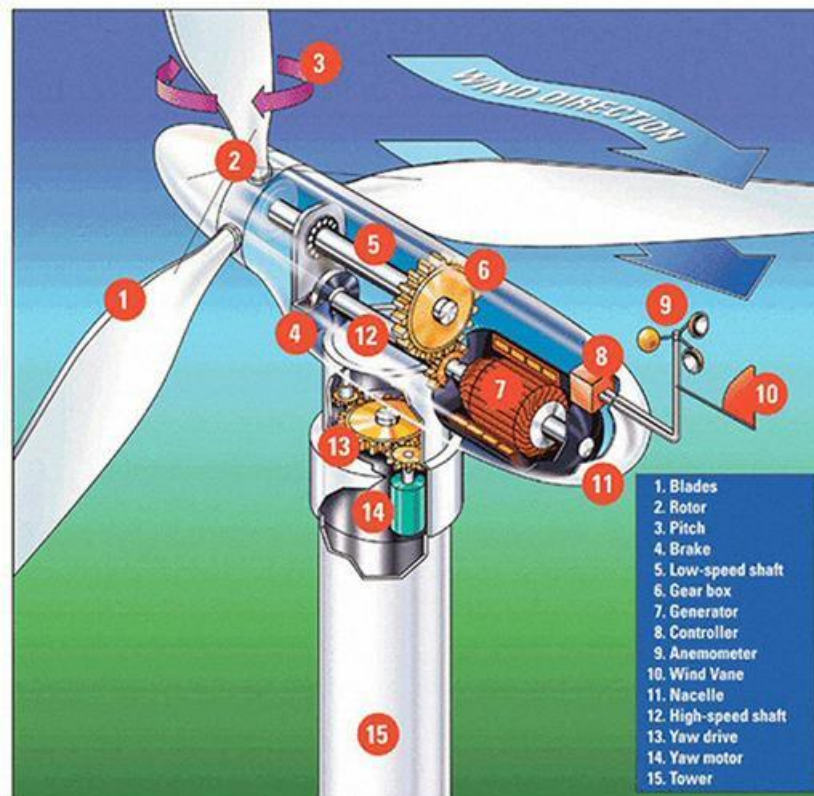


Illustration 4. Smaller components of a wind turbine [4]

It consists of more components such as the gearbox, generator, coupling and brake.

**Gearbox:** The gearbox converts the rotor motion of 18–50 rpm into 1,500 rpm that the generator requires. The gearbox thus takes on the task of matching the rotation speeds of the slow-moving rotor and the fast-moving generator, and generally has several steps to cover for various wind conditions. If a specially developed multi-pole ring generator is used, the gearbox is no longer required.

**Generator:** For high power wind turbines, doubly-fed asynchronous generators are most frequently used. Here, the operating rotation speed can be varied somewhat, unlike when using conventional asynchronous generators. Another concept uses synchronous generators. A grid connection of synchronous generators is only possible via transformers, due to the fixed rotation behaviour. The disadvantage of requiring complicated control systems is countered by the overall efficiency and better grid compatibility.

**Coupling and brake:** Because of the enormous torque, the coupling between the main shaft and the transmission is a rigid one. The type of brake depends on the control mechanism for the blades.

#### 4. Electronic equipment

The electronic equipment of a wind turbine is composed of the generator, the system for the grid infeed of the electricity, and various sensors. The sensors for measuring temperature, wind direction, wind speed and many other things can be found in and around the nacelle, and assist in turbine control and monitoring.

#### 5. Other components

Finally, the wind turbine contains components for following the wind direction, for cooling, heating and lightning protection, as well as lifting gear (e.g. winches for spare parts) and fire extinguishing equipment.

#### 6. Transformer

It is not exactly the part of a wind turbine, it just contributes to the operation of the turbine.



Illustration 5. Wind turbine transformer [5]

## The transmission of windpower

The transmission of energy „created” by wind turbines can be seen on the picture above. As I wrote it earlier, there is a transformer connected to the wind turbines. Transformers boost the generating output of the turbine generator. These transformers are typically located at the base of the wind turbine. Grounding transformers are located at critical points in order to provide a neutral point for grounding purposes. From there, all the power is then interconnected to a collector step-up transformer located in a substation where it is transported to the electricity grid. That is how the system works.

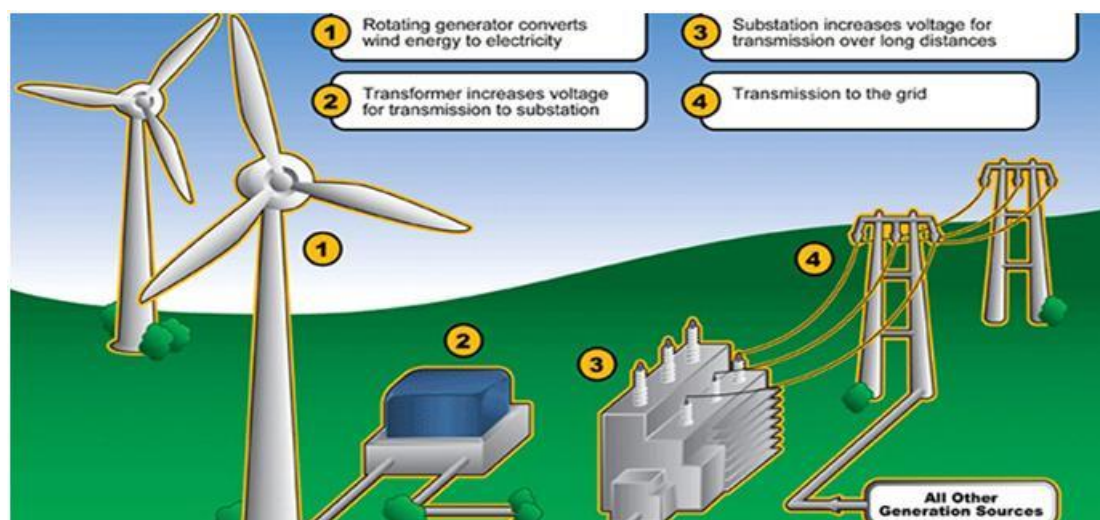


Illustration 6. The transmission of windpower [6]

## WORLD'S LARGEST WIND TURBINE

I would like to share an interesting curiosity with you. The biggest wind turbine in the world will hover above Alaska. Manufacturers try to build higher and bigger turbines in order to capture more energy from the passing air. This would be a good solution for collecting energy owing to the higher altitude, because the strength of the wind in higher altitude is better.

Now, it seems that a turbine in Alaska, will spin high above the rest. A firm - called Altaeros Energies – will launch its high – altitude floating wind turbine to bring more affordable power to a remote community. This wind turbine is expected to provide power about half the price of off-grid electricity in Alaska. Instead, its sweet spot is serving far-flung villages, military bases, mines or disaster zones. Various researchers have been developing floating wind turbines for years, but the 18- month project in Alaska will be the first longer-term, commercial project to test this technology.

The name of this turbine would be BAT. This is the abbreviation of Buoyant Airborne Turbine. It would be an inflatable, helium-filled ring with a wind turbine suspended inside. It will float at a height of 300 meters, where winds tend to be far stronger than they are on the ground. The altitude of the BAT is about double the hub height of the world's largest wind turbine.



The BAT has a power capacity of 30 kilowatts and will create enough energy to power about 12 homes, the company says. But that's just the beginning. It can also lift communications equipment such as cellular transceivers or meteorological devices and other sensing equipment.

The technology does not require cranes or underground foundations. Instead it uses high-strength tethers, which hold the BAT steady and allow the electricity to be sent back to the ground. A power station on the ground controls the winches that hold the tethers and pulls in the power from the turbine before sending it on to a grid connection. The BAT prototype was tested in 70 kilometer-per-hour winds, but because it uses the same technology as other industrial blimps that are rated to withstand hurricane-level winds, it might be able to withstand stronger gusts.

The firm - Altaeros - says there is a US \$17-billion remote power and microgrid market that could benefit from the technology. Many off-grid sites, including small islands, mining sites or military bases, rely on expensive diesel generators to provide some or all of their power needs. There are many projects that are trying to develop integrated solutions to tackle this market, particularly microgrids that integrate some type renewable energy.



Illustration 7. BAT – Buoyant Airborne Turbine [7]

## Wind energy benefits

Now I try to explain why it is worth to use wind turbines and how we can benefit from the technology. So, let me see!

- Wind energy is cost competitive with other fuel sources.

The average levelized price of windpower purchase agreements signed in 2013 was approximately 2,5 cents per kilowatt-hour, a price that is not only cost competitive with new gas-fired power plants but also compares favorably to a range of fuel cost projections of gas-fired generation extending out through 2040.

- Wind energy creates jobs.

Wind energy development creates thousands of long-term, high-paying jobs in fields such as wind turbine component manufacturing, construction and installation, maintenance and operations, legal and marketing services, transportation and logistical services, and more.

- Wind energy is an indigenous, homegrown energy source that helps to diversify the national energy portfolio.

Adding wind power to the nation's energy mix diversifies our clean energy portfolio and helps reduce the reliance on imported fossil fuels. Additionally, wind energy can help stabilize the cost of electricity and reduce our vulnerability to price spikes and supply disruptions.

- Wind energy can provide income for farmers and ranchers, as well as economic benefits to communities.

Wind projects provide revenue to the communities in which they are located via lease payments to landowners, state and local tax revenues, and employment. Even a utility-scale wind turbine has a small footprint, enabling farmers and ranchers who lease their land to developers to continue growing crops and grazing livestock.

- Wind energy is an inexhaustible renewable energy source.

It is a plentiful and readily available, and capturing its power does not deplete our natural resources.

- Wind turbines do not consume water.

Most electric power plants require water to operate, but producing electricity from the wind does not require water.

- Wind energy is clean.

Electricity generated by wind turbines does not pollute the water we drink or the air we breathe, so wind energy means less smog, less acid rain, and fewer greenhouse gas emissions.

- Wind energy systems have low operating costs.

Wind energy systems have low operating expenses because there are no associated fuel costs.

- Wind energy is deployed in several regions and is widely supported.
- Wind energy can be used in a variety of applications.

Utility-scale wind farms can provide electricity to an entire community while smaller turbines often described as being used in „distributed applications”, can be installed a tor near a site where the electricity will be used. Community wind projects include turbines for schools, tribes, municipal utilities, and rural electric cooperatives.

Despite wind energy's numerous benefits, wind development is not appropriate everywhere. Individuals and communities should make informed decisions on local wind development.

## CONCLUSION

The wind energy industry is booming. Scientists predict that the number of wind turbines will increase in the coming years as more and more countries will allocate part of their budget in increasing their reliance on these renewable energy sources thereby reducing pollution levels and global warming. This is all part of the fight to reduce global warming induced climate change and reduce our dependence on fossil fuels. Germany has the most installed wind energy capacity, followed by Spain, the United States, India, and Denmark. Development is also fast growing in France and China. Industry experts predict that if this pace of growth continues, by 2050 the answer to one third of the world's electricity needs will be found blowing in the wind. I would be really happy about it. With wind turbines, solar cells and other renewable energy sources and technologies humans have a chance to change their lives, make a healthier environment and better energy supply method.

## REFERENCES

- [1] Url: <http://electricity.scienceworld.ca/learn/making-electrical-energy/energy-now/wind/> (2016. 03. 27.)
- [2] Url: <http://www.transproco.com/how-are-transformers-integrated-into-wind-farms/> (2016. 03. 29.)
- [3] Url: <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2546042/Proof-wind-turbines-thousands-home-value-homes-1-2-miles-wind-farms-slashed-11-cent-study-finds.html> (2016.04.07)
- [4] Url: <http://apps2.eere.energy.gov/wind/windexchange/> (2016.04. 10.)
- [5] Url: [http://awea.files.cms-plus.com/FileDownloads/pdfs/O-M-PPR\\_1-pager-3.pdf](http://awea.files.cms-plus.com/FileDownloads/pdfs/O-M-PPR_1-pager-3.pdf) (2016.04.07.)
- [6] Url: <http://www.onlinetes.com/article/the-future-cost-of-wind-power-market-report-2715/> (2016.04.03.)
- [7] Url: <http://www.zoldenergiavilag.hu/lebego-szelturbina-alaszka-folott> (2016. 04. 01.)
- [8] Url: <http://felsofokon.hu/16443/kornyezetvedelem/a-szeleromuvek-mukodese-es-kornyezeti-hatasaik/> (2016.04.05.)
- [9] Url: [http://data.hodmezovasarhely.hu/docs/strategiak\\_koncepciok/megujulo\\_energia/8\\_fejezet.pdf](http://data.hodmezovasarhely.hu/docs/strategiak_koncepciok/megujulo_energia/8_fejezet.pdf) (2016. 03.29.)
- [10] Url: [http://www.emergia.hu/index.php?option=com\\_content&task=view&id=49&Itemid=87](http://www.emergia.hu/index.php?option=com_content&task=view&id=49&Itemid=87) (2016.04.01.)
- [11] Url: <http://www.alternativenergia.hu/wp-content/themes/alternativenergia/tudjmegtobbet.php?catid=88> (2016. 04.01.)



Györök László<sup>1</sup>

## ÉPÍTMÉNYEK VÉDELMEKÉNEK ÚJSZERŰ LEHETŐSÉGEI AZ ÁRTÓ SZÁNDÉKÚ ROBBANTÁSOK HATÁSAI CSÖKKENTÉSÉRE

### (LATER-DAY OPPORTUNITIES TO PROTECT FACILITIES BY DECREASING EFFECTS OF BLASTING SET UP OF MALICE PREPENSE)

*A világon egyre gyakoribbá váló bűnös célú robbantásos merényletekben következtében emberek, és létesítmények szerkezetei és berendezései sérülnek meg. A tanulmányban áttekintésre kerülnek az ártó szándékú robbantások robbanószerkezetei, a működésük következtében fellépő hatások, és a közelmúltban elkövetett robbantásos cselekményekben megsérült létesítmények kialakítása, szerkezetei részei, berendezései. A tanulmány áttekinti és összehasonlítja e robbantásokban megsérült épületek és építmények kialakítását, a Magyarországon jellemző építmények ártó szándékú robbantások általi veszélyeztetett legjellemzőbb részeit, valamint a robbantásokban megsérült funkciójú, és hasonló rendeltetésű hazai létesítmények elrendezését, fő szerkezet részeit. A tanulmány célja, hogy bemutasson a létesítmények védelmére alkalmazható néhány újszerű építési megoldást.*

**Kulcsszavak:** robbantás, merénylet, hatás, építmény, szerkezet.

*Assassinations of malice prepense caused in the world getting more and more frequent, and cause hurting of humans and damage of structures and installations of facilities. In the subject paper explosive devices used for assassinations of malice prepense and effects followed of operations of explosive devices and also arrangements, structure parts, installations damaged in blasting affairs in the recent past are overviewed and compared. Subject paper overviews and compares arrangements of houses and buildings damaged in the mentioned blasting affairs in one hand with the typical ones and their parts can be found in Hungary and mainly subjected to risk of blasting affairs, and in second hand with arrangements and main structures of same designation of domestic facilities. Aim of the subject paper is to introduce some later-day ideas suggested for application in the building industry and in construction.*

**Key words:** blasting, assassination, effect, building, structure.

## BEVEZETÉS

A világon, és benne a békésnek tartott Európában is egyre gyakrabban hajtanak végre ártó szándékú robbantásos merényleteket, amelyek hatásai következtében személyek, épületek és építmények szerkezetei és berendezései sérülnek meg. Ezek az általában improvizált robbanóeszközökkel végrehajtott robbantások közvetlen áldozatává a lakosság és az infrastruktúra válik, a merényletek közvetve pedig az egész társadalmat érintik. Azonban a robbantások által az infrastruktúra elemeiben, az épületekben és építményekben okozott károk, és ezzel a további sérülések veszélyforrása számos jogszabály átalakításával, a társadalmi viselkedési szokások és az értékrend változtatásával, és a gyakorlatban alkalmazható műszaki megoldásokkal

<sup>1</sup> NKE KMDI II. éves doktorandusz, gyorok.laszlo@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2546-0321

is csökkenthetők. A tanulmány a meglévő létesítményeknél utólagos átalakításokra vonatkozó, a későbbiekben létrehozandóknál pedig előzetesen figyelembe veendő néhány építési műszaki javaslatokat mutat be a robbantások hatásaiból származó veszélyek csökkentésére.

## AZ ÁRTÓ SZÁNDÉKÚ ROBBANTÁSOK JELLEGZETES ROBBANÓ-SZERKEZETEI, ELKÖVETÉSI MÓDJAI ÉS KOCKÁZATI TÉNYEZŐI

Az emberiség már évezredekkel ezelőtt megtapasztalta a robbanások hatását és következményét. Érzelte a földi légkörbe belépő, majd a légellenállás miatt széteső meteorok, a geológiai folyamatok miatt a talajrétegekben felhalmozódó nitrogén, metán illetve szén alapú egyéb gázok kitörése, valamint a vulkáni tevékenységek által kiváltott robbanásszerű természeti jelenségeket. Ezek a véletlenszerű, vagy a kísérőjelenségek alapján előre jelezhető robbanások az ember számára rendkívüli és befolyásolhatatlan eseményeknek számítottak, amelyek veszélyeztető hatása elől mindig menedéket keresett.

A robbanószerkezetek felfedezésével, feltalálásával viszont az ember a robbantás ismeretének birtokába került, és képessé vált tudatosan használni a robbanószerkezeteket, és ezzel irányítani a robbantást. A felfedezésük, feltalálásuk óta a haderőnél, majd az ipari robbantás-technikában folyamatosan fejlesztik a robbanószerkezeteket, azokból robbanóeszközöket állítanak elő, hogy e két megbízható és a gyakori használatra felkészített területükön a leghatékonyabb robbanószerkezetek kerüljenek alkalmazásra.

Robbanóeszközök fő részeinek jellemző felépítése, például:				
Robbanóanyag:				
Toló hatású	Primer, iniciáló:	Szekunder, brizáns:		
		Alacsony hatóerejű:	Közepes hatóerejű:	Magas hatóerejű:
Lőporok	Durranó higany; $\text{Hg}(\text{CNO})_2$	Ammonit	C-4	Hexogén; $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6\text{O}_6$
	Ólom-azid; $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$	ANDO, ANFO	Dinamit	Hexotol
	Ólomsztifnát; $\text{C}_6\text{H}(\text{NO}_2)_3\text{O}_2\text{PbH}_2\text{O}$	Emulgit	Melinit	Nitropenta; $\text{C}(\text{CH}_2\text{-ONO}_2)_4$
		Paxit	Nitro-cellulóz; $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{ONO}_2)_3$	Pentritol
			Semtex	Tetritol
			TNT; $\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{CH}_3$	
Gyutacs, detonátor:				
Primer, illetve szekunder töltet a gyutacsokban				
Töltet:				
A robbantásra előkészített, meghatározott mennyiségű, elrendezett robbanóanyag				
Működtető, indító mechanizmus:				
Tűzzel gyújtás	Mechanikai gyújtás	Elektromos gyújtás	Vegyí gyújtás	Másik töltet robbantása

1. táblázat: Robbanóeszközök fő részeinek jellemző felépítés példái<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Készítette a cikk szerzője. Prof. dr. Szabó Sándor (szerk.): Katonai táborok robbantásos cselekményekkel szembeni védelme fokozásának módszerei, eszközei, lehetőségei (tervezési segédlet). 5. fejelet. K. n., Budapest, 2013, 10. o. és Dr. Daruka Norbert: Robbanóanyag-ipari alapanyagok és termékek osztályozásának lehetőségei. Műszaki Katonai Közlöny, XXVI. évfolyam, 2016/1. szám, 27-42. o. alapján.

A haderőnél a robbanószerkezetek teljesítménye és a működtetés időszükségletének aránya, ipari területen a szakértelem, a teljesítmény és a költséghatékonyság viszonya döntő fontosságú annak meghatározásánál, hogy a rendelkezésre álló, elérhető robbanóeszközök közül mely változatok kerüljenek alkalmazásra. A fenti táblázat a robbanószerkezetek legfontosabb összetételi és felépítési jellemzőit szemlélteti.

Azonban a robbanószerkezeteket, mint a merényletek elkövetésére alkalmas eszközöket, és az azokkal elérhető károkozás mértékét a magányos terroristák, és terrorszervezetek is felfedezték céljuk számára ideális eszközként. A terroristák politikai vagy társadalmi úton el nem ért céljuk keresztülvitelére, sérelmük törlesztésére, vagy megtorlásból gyakran robbantással követnek el merényleteket. A merényletekhez azért állíthatnak elő robbanószerkezeteket, és azért képesek azokat hatékonyan használni, mert az interneten szinte korlátozás nélkül szabadon hozzáférhetnek a technikai útmutatókhoz, a hozzávalók viszonylag egyszerűen beszerezhetők, a használatuk kevésbé bonyolult, valamint a kiválasztott áldozat helyett a tömeges áldozatok személytelenül maradása azt sugallja, hogy bárki más is áldozattá válhat.

A terroristák manapság a robbanóeszközöket az általuk elérendő cél érdekében úgy állítják össze, hogy a robbanás, és annak hatásai, következményei a legnagyobb pusztítást végezzék. Mivel a létesítmények szerkezetei rombolására használt robbanóeszközöknek koncentrált erőhatást kell kifejteniük, ezért a szerkezeteket általában bombákkal, vagy vállról indítható rakétákkal támadják. A személyek ellen bevetett eszközöket pedig úgy állítják össze, hogy azoknak a cél környezetében tartózkodók szervei működését akadályozzák, illetve nagy területen okoznak személyi sérüléseket. Ezért a személyek ellen általában olyan, mára klasszikus működésű repeszgránátokat vetnek be, amelyek töltetei köré helyezett különböző méretű, formájú és anyagú fémporból, fémdarabokból, kavicsméretű közetrészekből, vagy egyéb, a robbanásban meg nem semmisülő anyagrészekből a robbanóeszköz nagyszámú repeszt képez.

Robbanóeszközök jellemző gyártási, előállítási módja, például:	
Ipari gyártású:	IED, Improvised Explosive Device: Improvizált Robbanóeszköz, IR:
Akna	VOIED, Victim Operated IED: Áldozat által elműködtetett IR
Bomba	RCIED, Radio Command IED: Rádióhullám indítású IR
Gránát	WCIED, Wire Command IED: Vezetékes indítású IR
Rakéta	TDIED, Time Delay IED: Időzített működésű IR
Tüzérségi lövedék	HBIED, House Born IED: Épületbe szerelt IR
	VBIED, Vehicle Born IED: Járműre szerelt, járműbe rejtett IR
	SBIED, Suicide Born IED: Öngyilkos merénylő általi indítású IR
	SVBIED, Suicide Vehicle Born IED: Öngyilkos járművezető merénylő általi indítású IR

2. táblázat: Robbanóeszközök jellemző gyártási, előállítási módjainak példái<sup>3</sup>

Amellett, hogy a terroristák a céljuk elérése érdekében újabb és újabb robbanószerkezeteket fejlesztenek ki, az olyan klasszikus szerkezeteket is képesek működtetni, mint az időzített robbanóeszközök. Ezekkel a robbanószerkezetekkel a védtelen vagy alacsony kockázati szint-

<sup>3</sup> Készítette a cikk szerzője, Dr. Kovács Zoltán: Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai. [online] Műszaki Katonai Közlöny, XXII. évfolyam, 2012/2. szám, 40-50. o. Url: [http://www.hhk.uni-nke.hu/downloads/kiadvanyok/mkk.uni-nke.hu/pdfanyagok2012szeptember/03%20MKK\\_KZ\\_IED\\_cikk.pdf](http://www.hhk.uni-nke.hu/downloads/kiadvanyok/mkk.uni-nke.hu/pdfanyagok2012szeptember/03%20MKK_KZ_IED_cikk.pdf) (2016. 04. 10.) és Improvised explosive device. Url: [https://en.wikipedia.org/wiki/Improvised\\_explosive\\_device](https://en.wikipedia.org/wiki/Improvised_explosive_device) (2016. 04. 10.) alapján.

re becsült helyszíneken számukra sikerrel tudják célba venni az emberek tömegét, az infrastruktúrát és a szimbólumokat.

A robbanószerkezetek hatékonyságához a terroristák nemcsak a rombolóképesseget számolják hozzá, hanem egyrészt azt is, hogy a végrehajtás módja és hatása mennyire alkalmas az eseményt elszenvedő államok működésének és társadalmi rendjének megzavarására, a nyilvánosság figyelemfelkeltésére, és a merénylők ideológiájához új követők találására, másrészt viszont azt is, hogy a vegyi vagy biológiai töltet alkalmazása gyakorlatilag minden társadalom visszatetszését, és átfogó megtorlást vonna maga után. Az alábbi táblázat a robbanószerkezetek legfontosabb előállítási, gyártási változatait mutatja.

A személyek és a szerkezetek ellen elkövetett bűnös célú robbantásos merényletek robbanóeszközei összetett és különböző mértékű hatásokat gyakorolnak a működésbe lépési helyük környezetében. Ezeket a hatásokat a terroristák figyelembe veszik, és összehangolják a helyszín, az időpont és a robbanóeszköz kiválasztásánál, valamint ha módjukban áll felderítik a merénylet tervezett helyszínét. A robbanóeszközök pusztító-képességét befolyásolja:

- robbanóeszköz felépítése, és az abban alkalmazott robbanóanyag típusa, tömege;
- robbanás által közvetlenül és közvetve kiváltott hatások mértéke;
- robbanás környezete és annak rombolódásából, szennyeződéséből eredő sérülések;
- robbanás hatásai által elért személyek, építmények védelme, távolságuk a robbanástól;
- robbanószerkezetet működtető személy képessége, és az elkövetés körülményei.

## ÁRTÓ SZÁNDÉKÚ ROBBANTÁSOK HATÁSAI ÉS KÖVETKEZMÉNYEI

Az ártó szándékú robbantások hatásai közvetlenül terhelik a robbantás környezetét, az abban tartózkodó személyeket, az abban található létesítményeket, de a tágabb környezetben is érzékelhetők a robbantás által kiváltott jelenségek. A robbantások hatásai a környezet, a létesítmények, a személyek sérüléseiért felelősek, és egy vagy több hatása a merényletben meg nem sérült, de az esemény megtörténését felismerő személyeknél olyan állapotot okozhat, aminek következtében képtelenek a helyszín elhagyására. A helyszínen maradó személyek a robbantás egyéb közvetlen hatása következtében, vagy a közvetve megsérült létesítményekből további sérüléseknek kitéttek. A robbantások összetett terhelése, tágabb értelemben vett következményei a társadalom egészére is befolyást gyakorolnak. [1] Az alábbiakban bemutatásra kerülnek az ártó szándékú robbantások által kiváltott hatástípusok, és a személyeket, létesítményeket érintő következményük. A bemutatásnál hangsúlyozásra kerülnek és az elkövetések helyszínén általában megtalálható, a hazai környezetben jellemző létesítményekre gyakorolt hatásuk és következményük.

### Léglökés-hatás

A töltet működésbe lépésével a töltet anyagától függő mértékben hő szabadul fel, és akár több ezerszeres térfogat-növekedéssel gázok jutnak a környezetbe. A felszabaduló energia égés útján 10 m/s sebességig, deflagrációval 100 m/s, robbanással 1000 m/s, detonálva akár 10000 m/s sebességet is elérve szétterjed a környezetébe, és megnöveli a helyi légnyomást. A meg-



növekedett légnyomást szabadban a környezeti levegő légellenállása csökkenti, míg a később keletkező, és a környezet szilárd felületeiről visszaverődő léghullámok növelik. A léglökés a levegőben gömbszerűen, a szilárd felületekről félgömb alakban továbbterjed, de folyamatos lassulás közben energiája csökken, és haladása mögött vákuum keletkezik. [2] [3] Szilárd szerkezetet elérve a lökeshullámok azt dinamikusán terhelik, illetve a beesési szögtől és az eltalált anyagszerkezettől, felülettől függően részben elnyelődnek, részben visszaverődnek, vagy az energiájuk más formában, például sugárzássá átalakulva visszajut a környezetbe. Beltéri robbanás hatására keletkező, illetve az építményekbe bejutó lökeshullámok a berendezések kialakításától, a terjedési irányuktól függően egymás hatását erősíthetik, de gyengíthetik is. Az építményekből a lökeshullámok a nyitott, illetve a nem kellően szilárd homlokzatokon vagy tetőfelületeken szabadon, illetve a hasadó – nyíló üvegfelületeket átszakítva távoznak. A belső terek törtvonalú térszervezése, a hullámokat elterelő, gyengítő formájú felületek, a lágy felületű, szerkezetű építési anyagok, és a teherhordó szerkezeti elemekhez rögzített berendezési tárgyak csökkentik a léglökéshatás rombolóképességét.



1-2. kép: Az 1. (baloldali) képen léglökés hullám, a 2. (jobboldali) képen törmelékh hatás és szilánkh hatás nyoma a WTC<sup>4</sup> közelében megmaradt épülethomlokzaton 2002.-ben<sup>5</sup>

### Repeszhatás, törmelékh hatás és szilánkh hatás

A töltet robbanása a robbanószerkezet homogén anyagát, illetve kifejezetten a repeszhatás növelése érdekében a töltet köré helyezett repeszhatást növelő fémtárgyakból összeállított szerkezeti struktúráját szétszakítja. A robbanás következtében a szerkezetből éles, hegyes repeszek, illetve a robbanást követően is eredeti méretüket és formájukat megtartó fémrészek szabadulnak el a tér minden irányába. Ezek a repeszek az általuk elért személyekbe behatolhatnak, a szerkezetekből és tárgyakból a hozzájuk viszonyított helyzetüktől és anyaguktól függően további éles, hegyes vagy tompa formájú anyagrészeket kiszakíthatnak, de a szerkezetek kialakításától függően azokról vissza is verődhetnek. A szerkezetekből és berendezési tárgyakból kiszakadó törmelékek, az üvegfelületekből kiszakadó szilánkok tovább veszélyez-

<sup>4</sup> World Trade Center.

<sup>5</sup> 1. kép: Léglökés hullám. Prof. dr. Szabó Sándor (szerk.): Katonai táborok robbantásos cselekményekkel szembeni védelme fokozásának módszerei, eszközei, lehetőségei (tervezési segédlet). 2. fejezet. K. n., Budapest, 2013, 12. o. 2. kép: Törmelékh hatás és szilánkh hatás épülethomlokzaton. Készítette a cikk szerzője.

tetik a környezetükben tartózkodó személyeket, és a létesítmények szerkezeti részeinek épségét. [4] A repeszek, törmelékek és szilánkok a térben addig jutnak el, ameddig tömegüktől, sebességüktől és a forgásuktól függő mozgási energiájuk elfogy, illetve az útjukba kerülő szilárd szerkezeten vagy puha anyagban fennakadnak.

### **Porhatás**

A töltet működésbe lépését követően kialakuló léglökés a robbantás helyszínén szabadon lévő por részeket, valamint a környező megsérülő szerkezetekből leváló porszerű törmelékdarabokat is szétteríti a környezetbe. Az apró, de nagysebességgel szétszóródó por részek a szövetekbe jutnak, vagy a légzőszervekbe kerülve sérüléseket, szilikózist okozhatnak. [1] A környezetet is beterítő port, szennyezést utólagosan el kell távolítani, a környező létesítményeket meg kell tisztítani. A légzőszervekbe, azaz a légutakba és a tüdőbe kerülő por részek fokozottan veszélyesek, ha például a Kelet-európában korábban széleskörűen alkalmazott, és csak az építmény-felújításoknál eltávolításra kerülő azbeszttartalmú, vagy egyéb mérgező anyagokat tartalmazó épületszerkezetek, építményrészek sérülnek meg a robbanásban. Ilyen azbeszttartalmú építményrészek lehetnek a régi síkpala és hullámpala építményfedések, födémek, tetők és egyéb építményrészek szigetelése, a faanyagú nyílászárók vagy a fali parapet konvektorok füstkivezető csövei és a falszerkezet közé helyezett tömítések.

### **Hőhatás**

A töltet működésekor, és azt követően jelentős hő szabadul fel a robbanás környezetébe. Robbanáskor egyrészt a felszabaduló hő, másrészt a léglökéshullám peremén felületi égés, harmadrészt a robbanás együttes hatásai által okozott tüzek terhelik a környezetet. [1] A robbanás környezetében található számtalan éghető, gyúlékony anyag, a létesítmények épületszerkezeti részei és berendezési tárgyai égése közben keletkező füst tovább súlyosbítja a robbanás hőhatását, nehezíti a terület mentését.

### **Mérgezőgáz-hatás**

A robbanáskor a robbanószerkezetből, annak tartalmától függő összetételű nagymennyiségű mérgező gáz is felszabadul. Mivel a robbanóanyagok többsége nitrogén, hidrogén és szén alapú vegyületeket tartalmaz, ezért önmagukban azokból nitrogén alapú gázok és szénhidrogén keletkeznek. [4] Vegyi töltetű robbanószerkezet működtetése, az élő szervezettel érintkezése, belégzése újabb veszélyforrást jelent a robbanások sérültjei, és a környezetben tartózkodók számára, a keletkező vegyi származékokat pedig műszeres vizsgálattal kell felderíteni.

### **Hanghatás**

A robbanás hangja a személyek számára közvetlenül érzékelhető hatások közül az, amely a legnagyobb távolságból érzékelhető. [1] A hanghatás következtében az azt érzékelő személyek megijedhetnek, baleseteket okozó mozdulatokat tehetnek önkéntelenül is. Járművezetők önmagukat és más közlekedőket is veszélyeztetnek, a létesítményekben tartózkodók nyílászárókon kinézve pedig fokozottan kitettek az esetleges második vagy további tervezett robbantásoknál az üvegezések szilánk- és törmelékhatása okozta sérüléseknek. A robbanás környezetében tartózkodók a hanghatásra gyakran a robbanás környezete felé indulnak menteni vagy

szemlélődni, illetve a zárt térben történő robbanásokat követően a menekülők a kijáratokhoz, vagy védett területek felé indulnak. Az ártó szándékú robbantást elkövetők a személyeknek ezeket a mozgását sok esetben számításba veszik újabb tervezett robbantások elkövetéséhez.

### **Szeizmikushatás**

A töltet működésének következtében felszabaduló energia tovaterjed a környezet minden irányába, minden körülvevő közegében, így a levegőben, a szerkezetekben, a talajban, illetve ha a robbantás környezetétől függően a vízben is. [4] A közvetített, elvezetett energia mértékét a közegekben haladás során a sűrűlódás, az egyes közegek között pedig az egymásnak átadódás csökkenti. A létesítményeket elérő közvetített szeizmikus hatás dinamikusan terheli a létesítményeket, és azok sérülését okozhatja. A létesítményekben keletkező sérülések mértékét a terhelésük nagysága, időtartama és típusa, a létesítmények alapozása, az alapozás és a teherhordó vázrendszer kialakítása és a kitöltő falszerkezetek közötti kapcsolat fajtája, a szerkezetek és berendezések merev vagy mozgásokat megengedő kialakításának típusa, a szerkezetek épsége, és egymáshoz rögzítése, illesztése befolyásolja.

## **ÁRTÓ SZÁNDÉKÚ ROBBANTÁSOK HATÁSAI A VILÁG SZÁMOS LÉTESÍTMÉNYÉN**

A 21. században a nem háborús színtereken, békeidőben elkövetett számtalan robbantásos merénylet célpontjaivá az infrastruktúra elemek váltak. Az infrastruktúrát ért jelentősebb merényleteknek a 2001. szeptember 11-i WTC és a Pentagon ellen, a 2004. március 11-én Madridban és a 2005. július 7-én Londonban a közlekedési infrastruktúra ellen, a 2011. július 22-én Oslóban, a 2011. január 24-én a Domogyedovo repülőtérén, a 2011. április 11-én minszki repülőtér ellen, és a 2016. március 22-én a brüsszeli repülőtér és a metró ellen elkövetett támadások számítanak. Manapság a világon, és az Európához tartozó konfliktusokkal terhelt országokban szinte még a havi rendszerességtől is sűrűbben hajtanak végre robbantásokat. Azonban a híradásokba a világ számos országban nem kerülhet be a kormányzati vagy védelmi infrastruktúra ellen végrehajtott minden merényletről szóló tudósítás, mert azok az adott ország és vezetésének gyengeségét mutatnák. Ezért a világ gyakran csak a polgári rendeltetésű, közösségi használatú helyekről a polgárok által mobil kommunikációs eszközzel rögzített képek és beszámolók alapján szerezhet információkat. Napjainkban merényletek különösen gyakori helyszíne a Távol-kelet országai, és a Közel-kelet térsége, ezért az alábbi táblázat a robbantások gyakoriságát és az épületekben, építményekben okozott kártípusokat azzal foglalja össze, hogy csak az Európa földrajzi területén található országokban 2015-től a tanulmány kéziratának zárásáig végrehajtott merényleteket szemlélteti.

Figyelemmel kísérve az időről időre elkövetett ártó szándékú robbantásokról megjelenő híradásokat, azokból kitűnik, hogy szinte az összes robbantás nem pusztán személyek ellen irányul, a létesítmények szerkezetét, berendezését is képes olyan mértékben károsítani, amelyek további személyi sérüléseket okoznak.



Európa földrajzi területén található országokban 2015.-től 2016. áprilisig a döntően robbanószerkezetekkel végrehajtott néhány merénylet példái, az építmények sérüléstípusaival:			
Dátum:	Helyszín:	Esemény:	Jellemző építménykár:
2015. 02. 22.	Harkiv	Tüntetésen robbantás	-
2015. 06. 09.	Prága	Védelmi miniszter ingatlanára Molotov koktél	-
2015. 06. 13.	Göteborg	Autóval haladó négy személy felrobbantása	-
2015. 08. 10.	Isztambul	Amerikai nagykövetség épületénél robbantás	Egy homlokzat leomlása
2015. 08. 25.	Sarikamiş	Évi hatmilliárd köbméter gázszállítás kapacitású gázvezeték felrobbantása	Vezetékszakasz megsemmisülése
2015. 08. 31.	Kijev	Tüntetésen kézigránát robbantása	-
2015. 09. 03.	Kijev	Szervezet irodája elleni robbantás	Berendezés
2015. 10. 10.	Ankara	Tüntetésen robbantás	-
2015. 10. 26.	Belgium	Laktanyába gépkocsival behajtás, VBIED nem lépett működésbe	Kerítés áttörése
2016. 01. 01.	Kárpátalja	Orenburgi gázvezeték felrobbantása	Vezetékszakasz megsemmisülése
2016. 01. 12.	Isztambul	Köztéren robbantás	-
2016. 01. 13.	Cinar	Rendőrségi épületnél robbantás	Egy homlokzat leomlása, épület részleges kiégése
2016. 01. 27.	Donyeck	Lenin szobor talapzatáról lerobbanása	Ledőlés
2016. 03. 13.	Ankara	Buszba belehajtó gépkocsi felrobbantása	-
2016. 03. 15.	Berlin	Autóval haladó személy felrobbantása	-
2016. 03. 19.	Isztambul	Sétálóutcán robbantás	Üvegezés, homlokzatrészek sérülése
2016. 03. 22.	Brüsszel	Repülőtérén és metróállomáson robbantások	Üvegezés, berendezés, állmennyezet
2016. 03. 31.	Dayanbakir	Rendőrségi szállítójármű mellett robbantás	-
2016. 04. 03.	Koszovó	Kampányrendezvényt megelőzően robbantás	Homlokzatrész sérülés
2016. 04. 12.	Hani	Fegyveres erők bázisán robbantás	-

3. táblázat: Európa területén található országokban 2015-től 2016. áprilisig a döntően robbanószerkezetekkel végrehajtott néhány merénylet példái, az építmények sérüléstípusaival<sup>6</sup>

Megvizsgálva a manapság elkövetett robbantások célpontjaként közvetlenül, és az egyes hatások következtében közvetve megsérült épületek, építmények sérüléseinek típusát szemléltető részleteket az tapasztalható, hogy a károk mértékét jelentősen befolyásolja az elkövetéshez használt robbanóeszköz fajtája, a létesítménynek a robbanástól számított távolsága, a létesítmény infrastruktúra rendszerhez tartozása, berendezése, eszköze, a benntartózkodók személye, a célpontnak a társadalom értékrendjében betöltött szerepe, valamint a létesítmény védettségének és kialakításának összetett viszonya. [1]

Tanulmányozva a táblázat által összefoglalt robbantások elkövetésének épületekhez, építményekhez viszonyított helyét az tapasztalható, hogy ha a kültéri robbantások hatóköre eléri a létesítményeket, akkor a robbantások közvetlen illetve közvetett hatásai a létesítmények homlokzatát, a homlokzatra rögzített elemeket megsértik, részben vagy teljesen lerombolják azt, de a vázszerkezetét és berendezését nem minden esetben károsítják olyan mértékben, hogy az a létesítmény részleges vagy teljes leomlásához, vagy szükséges bontásához vezessen. Ha a

<sup>6</sup> Készítette a cikk szerzője, Dr. Kovács Zoltán mk. alezredes (PhD) közlésének figyelembe vételével. Előadás az A katonai kritikus infrastruktúra elemek fizikai védelme órán. Budapest, 2016. 04. 12., KMDI alapján.

robbanószervezet működésére viszont az épületen, építményen belül kerül sor, a berendezések szabadon lévő elemeit, a vázszerkezetet és a határoló homlokzati szerkezeteket minden esetben rombolják, károsítják a robbantás hatásai.

Az alábbiakban, az ebben az évben e tanulmány kéziratának zárásáig elkövetett két legjelentősebb mértékű robbantásos merényletsorozatban megsérült különböző rendeltetésű infrastruktúra elem, a törökországi Cinar példájával és a Brüsszeli repülőtérrel röviden bemutatásra kerül e létesítményeket ért fizikai sérülések, és azok közvetett hatására okozott szerkezeti és berendezési károk. Cinar városban a robbantás léglökés és repeszhatásai következtében megsérült a védelmi infrastruktúra épülete, és néhány polgári lakóépület. A védelmi infrastruktúra talajszint felett négy teljes hasznos szintet és egy padlástér szintet tartalmazó monolit pillérvázazs épületének tömegét a teherhordó vázszerkezete látszólag nagyméretű repedések nélkül egyben tartotta. Az elsődleges teherhordó szerkezethez rögzített, a nyílászárókat is tartalmazó másodlagos teherhordó homlokzati szerkezet az erkélyek vasbeton lemezei nélkül teljesen törmelékké váltak, és részben leszakadtak, részben a helyiségek irányába beomlottak. Az épületnek a megsérült homlokzati részéhez tartozó több helyiségben tűz keletkezett, amely áterjedt az épület egy részére. A polgári épületeknek a robbantáshoz közelebbi épületrészén a téglaszerkezetű teherhordó falrészei részben leomlottak, megrepedtek, a falak egyes törmelékké vált részei az épületből kiestek, vagy beomlottak a helyiségekbe. Károsodtak a nyílászárók is, számos ablak kiszakadt helyéről, vagy az üvegezése szilánkosra tört, valamint az épület fedélszerkezete összedőlt, a cserepek szilánkosra törve az épület mellé hullottak.

A Brüsszeli repülőtérén szintén a robbantás léglökéshatása és repeszhatása a teherhordó vázszerkezetet nem károsította, ezért a repülőtér a néhány nap alatt végrehajtott átszervezés, és a sérülések kijavítása után ismételten képes üzemelni. Ellenben a léglökés és a repeszek hatására egyrészt szilánkosra tört a csarnok homlokzati üvegfal üvegezésének egy része, másrészt a lehulló álmennyezet táblái és a belső oldali szigetelés többsége, valamint a leesett álmennyezet fém főtartói és keresztartói sérüléseket, vágásokat okozhattak a csarnokban tartózkodókon. Mindezek az elmozdult berendezési tárgyakkal, és a porhatás miatt lecsökkent látótávolsággal együtt hátráltatta a belső térben a benntartózkodók és mentést végzők közlekedését.



3-4. kép: A 3. (baloldali) képen kültéren működtetett VBIED vagy SVBIED következménye Cinarban, a 4. (jobb oldali) képen beltérben működtetett SBIED következménye Brüsszelben<sup>7</sup>

<sup>7</sup> 3. kép: Cinari épületek. Url: [http://index.hu/sport/2016/01/14/autobomba\\_robbant\\_torokorszagban/](http://index.hu/sport/2016/01/14/autobomba_robbant_torokorszagban/) (2016. 04. 09.) alapján. 4. kép: Brüsszeli repülőtér. Url: <http://www.mirror.co.uk/news/world-news/brussels-terror-attacks-survivors-describe-7610719> (2016. 04. 09.) alapján.

## **A világ számos pontján az ártó szándékú robbantásokban megsérült építmények, infrastruktúra elemek, valamint a magyarországi hasonló funkciójú és veszélyeztetettségű létesítmények összehasonlítása**

A létesítmények ártó szándékú robbantások hatásai ellen védetté alakításának szükségességét, és a védelem kialakítása mértékét az erre a célra összeállított eljárás alapján szükséges eldönteni. [4] [5] A robbanószerkezetek számtalan választékával elkövethető minden típusú mérénylet hatásai elleni védelemre lehetetlenség felkészíteni az összes épületet és építményt.

Azonban annak kérdését, hogy a meglévő létesítményeknek az elvárt biztonsági szint követelményre átalakítása, vagy egy még csak koncepciószinten tartó új épület, építmény megfelelő kialakítása egyszerűbb, a bekerülést és üzemeltetést is figyelembe vevő hatékonyabb megoldás, azt egy biztonsági, műszaki, gazdasági összetett viszonyrendszerben kell megvizsgálni, majd dönteni a megvalósítandó megoldásról.

Az összetett viszonyrendszerben azonban azt is figyelembe kell venni, hogy az új létesítmények megvalósíthatóságához az építőanyag gyártók által folyamatosan fejlesztett új anyagokat és berendezéseket lehet felhasználni, a megvalósítás kötöttségének szintje alacsonyabb mértékű, ezzel szemben a meglévő épületeket nem a jelenkor fenyegetettsége alapján alakították ki, és azok kialakításai és szerkezetei behatárolják az átalakítások módjait. Továbbá szintén figyelembe szükséges venni azt, hogy régebben jellemzőbb volt az egyedi létesítmények, és építményrészletek kialakítása, napjainkban viszont a globalizációnak és az internetnek köszönhetően a világon nemcsak a kivitelezésre kerülő építményekről és szerkezeti megoldásokról, de még a nyílt pályázatokra készített tervekről is szinte tudomást lehet szerezni. E nyitottság, valamint a műszaki, gazdasági ár – érték arányoknak figyelembe vétele miatt a világon a hasonló funkciójú létesítmények részben vagy akár nagymértékben hasonló elrendezéssel és megoldásokkal kerülnek kialakításra.

A hasonló kialakítású vagy részleteket tartalmazó létesítmények pedig a nemzetközi tapasztalatokkal is rendelkező terroristák számára egyszerűbben kiismerhetők, azoknál a bűnös célú robbantások hatásait nagyobb mértékben képesek figyelembe venni.

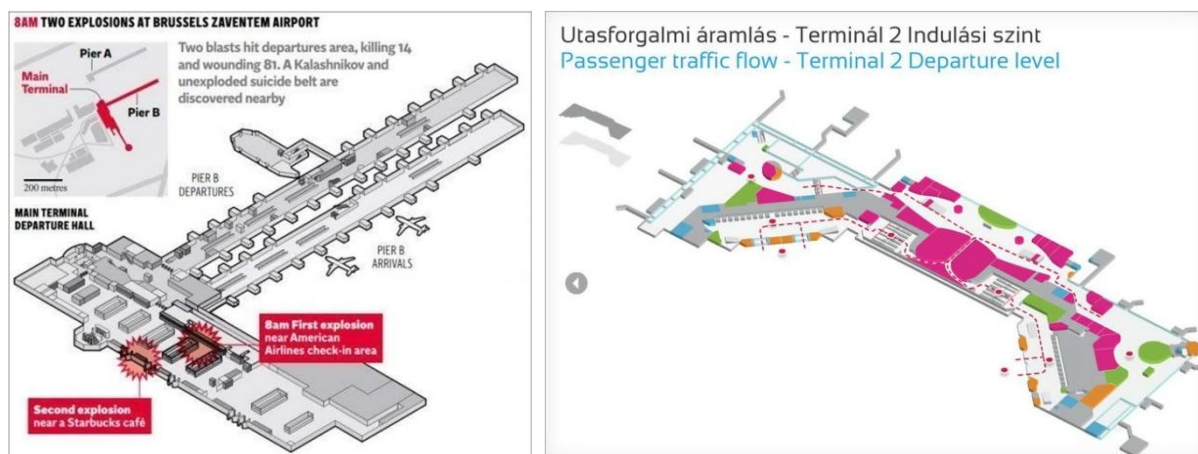
A világ számos pontján bűnös célú robbantásokban megsérült létesítmények többsége az infrastruktúra valamely eleme volt. A megsérült létesítmények nagy száma miatt az áttekintő jellegű összehasonlításuk is csak a robbantások leggyakoribb és legnagyobb veszélyének kitett helyszíntípusainak, a nemzetközi repülőtér és metróhálózat egyes elemeinek kialakítására és berendezésére korlátozódik.

Az összehasonlított repülőterek átnézeti ábráiból a külső telepítésű biztonsági kapuk és a külső lehatárolt zónába telepített röntgengépek hiányát, a robbanószerkezetek működtetésének nagyobb veszélyének kitett indulási oldalon a check-in<sup>8</sup> csarnok egybefüggő nagy légtére, az azt határoló nagyméretű üvegfal bevilágító szerkezetek, és a várakozók által használt ülőfelületek és berendezések elrendezési épületkialakítási koncepciójának elvi hasonlóságát lehet megállapítani.

---

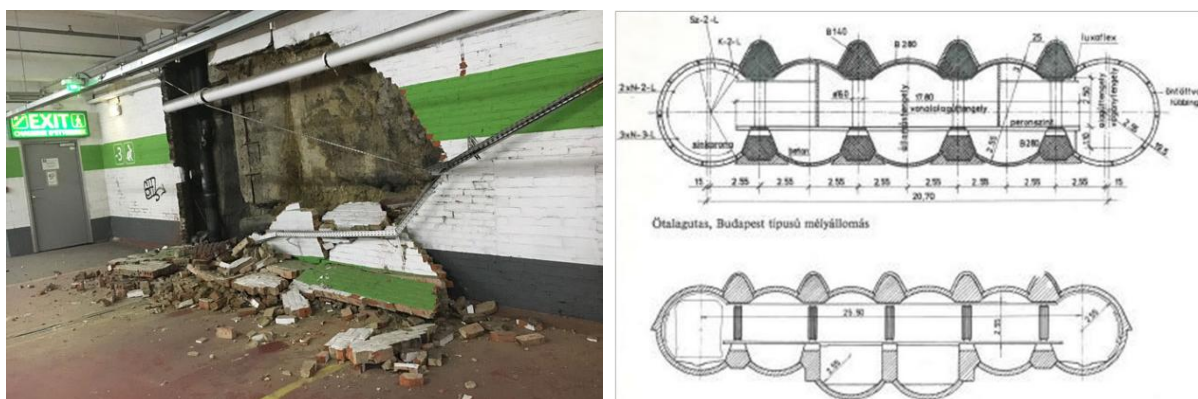
<sup>8</sup> Utasfelvétel.





5-6. kép: Az 5. (baloldali) képen a Brüsszeli repülőtér átnézeti rajza, a 6. (jobboldali) képen az utasforgalom áramlásának térképe a Budapest Liszt Ferenc nemzetközi repülőtéren<sup>9</sup>

A metróhálózat és különösen az állomásainak vázlatos összehasonlítása azért fontos, mert a zárt jellegű terület részük elhelyezkedése a bűnös célú robbantásoknak különösen a léglökéshatással és a repeszhatással szembeni védeltsége kedvezőtlen. Az állomások elrendezési jellegeből az az általános észrevétel tehető, hogy a kéreg alatti vonalvezetésű szakaszokon a középben futó sínpárok között egyes állomásoknál nem telepítettek oszlopokat, pilléreket, míg másoknál legfeljebb csak a sínpárok között közepén, egy sorban találhatók függőleges tartószerkezetek. Ezzel szemben a mélyvezetésű szakaszoknál, ahol a peronrész a párhuzamosan futó sínpárok között helyezkedik el, több sorban kell telepíteni a függőleges tartóelemeket. [6]



7-8. kép: A 7. (baloldali) képen a brüsszeli metróállomáson megsérült egyik falburkolat, a 8. (jobboldali) képen a budapesti metró mélyállomásainak elrendezési példa metszetei<sup>10</sup>

Le lehet vonni azt a következtetést, hogy a mélyvezetésű szakaszokon az egymáshoz közelebb elhelyezkedő az oszlopok és pillérek bizonyos mértékű védelmet biztosítanak egy esetleges bűnös célú robbantás repeszhatásaival és törmelékhatásaival szemben. A metróállomásokon a

<sup>9</sup> 5. kép: Brüsszeli repülőtér. Url: <http://www.independent.co.uk/news/world/europe/brussels-attacks-manhunt-for-third-bomber-begins-after-bombing-shake-belgian-capital-a6946916.html> (2016. 04. 12.) alapján. 6. kép: Terminál 2 SkyCourt Indulási szint. Url: [http://www.bud.hu/utazas/indulas\\_elott/interaktiv\\_terkep](http://www.bud.hu/utazas/indulas_elott/interaktiv_terkep) (2016. 04. 10.) alapján.

<sup>10</sup> 7. kép: Brüsszeli metróállomás. Url: <http://a-info.scontentrtl.be/GED/01970000/1973100/1973192.jpg> (2016. 04. 12.) alapján. 8. kép: Budapesti metró mélyállomás metszete példák. Kasza Anett: A fővárosi metró alkalmazási lehetőségei és korlátai a katasztrófák elleni védekezés területén. PhD értekezés - tervezet. NKE, Pécs, 2015, 35. o. Url: [http://hbk.uni-nke.hu/uploads/media\\_items/ertekezes-tervezet-22.original.pdf](http://hbk.uni-nke.hu/uploads/media_items/ertekezes-tervezet-22.original.pdf) (2016. 04. 12.) alapján.

vasbeton vízszintes és függőleges tartószerkezetek és a vezetékrendszerek takarására használt burkolatrendszer, valamint a gépészeti és villamos szerelvények típusa, rögzítése is fontos, hogy az esetleges robbantásnál a léglökéshatással szembeni szilárdak legyenek, és ne okozzanak további sérüléseket, a menekülést, mentést ne akadályozzák.

### **A magyarországi településszerkezet, és a főváros néhány jellemző létesítményének bűnös célú robbantások általi veszélyeztetettsége és sérülékenysége**

Magyarország demográfiai adatai azt mutatják, hogy a fővárosban nagyjából ugyanannyian élnek, mint a többi tizenhét megyeszékhelyen. [7] A települések népességszámának eloszlásával összhangban az infrastruktúra hálózat és annak elemeinek elhelyezkedése is Budapest kiemelkedő szerepét, az ország főváros-centrikusságát szemlélteti.

Mindezek együttesen rávilágítanak arra, hogy a bűnös célú robbantásos merényleteknek a főváros területe, a fontosabb infrastruktúra elemek helyszíne, főleg a belső kerületekre koncentrálódó jelentősebb idegenforgalmi nevezetességek lényegesen veszélyeztetettebbek, mint az ország egyéb részén található létesítmények.

Bár az ország többi települési helyszínének kockázati szintje se elhanyagolható, Budapest területe a más fővárosokban, például Madridban, Londonban, Washingtonban, Minszkben, illetve napjainkban Isztambulban, Párizsban majd Brüsszelben elkövetett terrorcselekmények fényében is fenyegetettebbnek számít. A brüsszeli merényletek nyomán még aznap magas szintű, majd egy héttel később közepes szintre módosították a hazai terrorfokozatot. [8]

A terrorveszélynek a magas szintű helyzeteiben az infrastruktúra olyan elemeit és létesítményeit, mint a Budapest Liszt Ferenc nemzetközi repülőtér, vagy a metróhálózatot nem lehet pusztán polgári eszközökkel fenntartani, ezért állam fegyveres szervezeteinek kell biztosítaniuk üzemeltetésüket, őrzésüket.

Azonban bűnös célú robbantások veszélyénél nemcsak az infrastruktúra elemei, de a településeknek az infrastruktúra közelében található polgári épületei, építményei, illetve az ezeken található egyes épületrészek is súlyosbíthatják a robbantások hatásaiból származó következményeket. A robbantások hatásai elleni védelmet sok esetben akadályozzák a polgári létesítmények telepítési, utcai építési előírásai, illetve a gazdasági érdekekből következően az, hogy egy adott területen belül a lehető legnagyobb mértékű terület-kihasználásra törekedés miatt a köztér és a létesítmények között korlátozott lehetőség van hatékony biztonsági távolság tartására. Az épületek, építmények, különösen a nem karbantartott alábbi részletei is súlyosbítják az esetleges robbantások hatásait a(z):

- faanyagú, nagykiülésű ereszek, ereszaljak, erkélyek;
- nem kellően szilárd tetőfedések;
- homlokzati falban, vagy a homlokzat elé helyezett látványelemek, szobrok, díszek;
- reklámtáblák, cégérek, különösen az árammal üzemeltetett változatuk;
- légkondicionáló berendezések részei;
- nagyméretű, normál üvegből készített üvegfelület, üvegfal, függönyfal, kirakat;

- szerelt mészkőlap homlokzatburkolat;
- polisztirol anyagú homlokzati hőszigetelő rendszer;
- beltérben a nem kellően rögzített elemes álmennyezet, nem szilárd burkolatok.

## A TELEPÜLÉSEK ÉS AZ ÉPÍTMÉNYEK ÁRTÓ SZÁNDÉKÚ ROBBANTÁSOK ÁLTALI VESZÉLYEZTETETTSÉGÉNEK, ÉS A ROBBANTÁSOK HATÁSAINAK CSÖKKENTÉSÉRE IRÁNYULÓ ÉPÍTÉSI JAVASLATOK

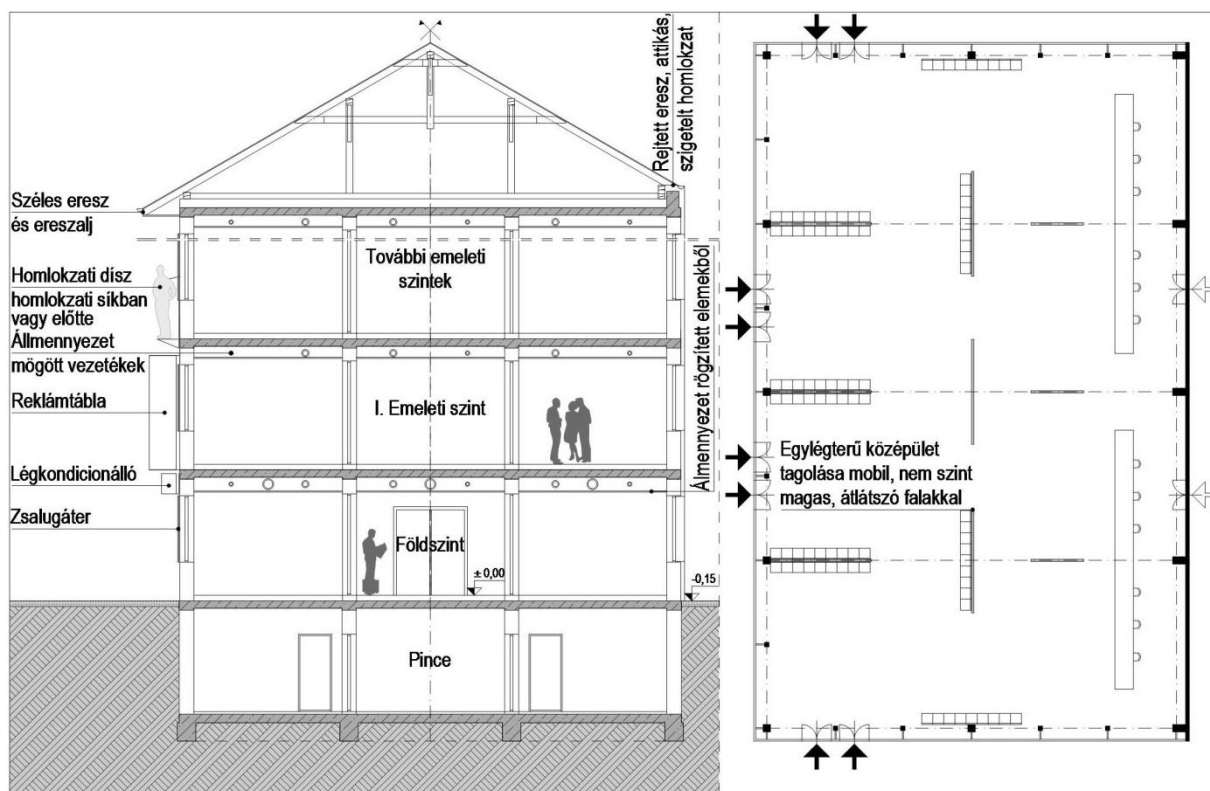
A bűnös célú robbantások hatásaival szemben a települések, különösen a főváros, és az infrastruktúra veszélyeztetettségét csökkenteni kell. A veszélyek csökkentése számos területen indokolt, például a társadalmi értékrendben a biztonság szintjének növelésére vonatkozó általános és szakmai képzésekkel, jogszabályok átalakításával, amelyek közvetlenül vagy közvetve a településeket és az épületeket, építményeket is érintő különböző szintű és mélységű építési vonatkozásokkal is járnak.

A települések infrastruktúrájában fontos szerepet betöltő tömegközlekedésben, különösen a repülőtereken, a metróállomásokon és a pályaudvarokon a hátizsákkal, és attól nagyobb méretű csomagokkal a létesítményekbe belépés előtt javasolt a kötelező röntgenkészülékes átvilágítás. Ennek az eljárásnak a megvalósítása csomagvizsgáló pontok telepítését igényli, terület-szükséglete és a csomagonkénti átvizsgálások időszükséglete a tömegközlekedéssel szemben megváltozó elvárásokkal jár.

A tömegközlekedés rendszerének a bűnös célú robbantások hatásaival szembeni biztonságát a tömegközlekedési járművek menetidejének pontos betartására az utasok részéről megfogalmazott igények nem javítják. A fokozott kockázatnak kitett járatoknál a percre pontos menetrendek helyett egy bizonyos időintervallumot figyelembe vevő indulási és érkezési időtartomány jelzése csökkenti veszélyeztetettségüket. [9]

A meglévő és a tervezésre kerülő épületek és építmények veszélyeztetettségének értékelésénél figyelembe kell venni az előzetesen megvalósítható építési megoldásokat, és az utólagosan elvégezhető beavatkozásokat. A veszélyeztetett létesítményeknél kerülni kell a nem kellően szilárd, a sérüléseket okozó részek kiválását engedő, nagyfelületű szerkezetek, berendezési tárgyak, elemes álmennyezet, falburkolat, padlóburkolat, nem biztonságos üvegezett szerkezetek, homlokzatvédelem és tetőfedés beépítését, felszerelését.

A robbantás hatásainak csökkentésére az épületek belső tereiben az egybefüggő, nagy terek megosztása, a hatásoknak ellenálló felületek, építési anyagokat kell alkalmazni, a berendezéseket a teherhordó szerkezeti elemekhez kell rögzíteni, vagy a hatásoknak megfelelő elmozdulási képességet kell részükre biztosítani. Azoknál a nagyméretű belső teret tartalmazó, nagy befogadóképességű középületeknél, ahol a közös térben tartózkodás igénye mellett a részleges elszeparáltságra vonatkozó elvárás is jelentkezik, repeszhatást csökkentő, nem teljes szint magas, mobilizálható beltéri falszerkezeteket kell alkalmazni, amelyeket bizonyos időnként át is szükséges rendezni.



1. ábra: Baloldali ábrarészleten hagyományos többszintes épületnek a robbantás törmelékhatását növelő szerkezeti és berendezései, valamint az átalakított épület metszete, a jobboldali ábrarészleten egy légterű középület alaprajzán a tagolás nem szint magas, mobil falakkal<sup>11</sup>

## ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK

A tárgyi tanulmány bemutatta a robbanóeszközök, különösen az egyre gyakrabban és egyre változatosabb formában alkalmazott improvizált robbanóeszközök által az épületeken és építményeken okozott hatásokat és következményeket. A tanulmány a napjainkban végrehajtott ártó szándékú robbantásos merényletek hatásának néhány példájával, valamint a merényletek helyszíneken található, és a magyarországi létesítmények részleges összehasonlításával szemléltette a települések, az egyes létesítmények, az infrastruktúra elemek, illetve szerkezeti részük és berendezésük sérülékenységét.

A tanulmányban javaslatok találhatók robbantásos merényletek elkövetésével veszélyeztetett infrastruktúra elemek, és a meglévő létesítmények sérülésveszélyes részeinek átalakítására, valamint veszélytelenebb új létesítmények kialakíthatóságára.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Prof. Dr. Szabó Sándor (CSc), Dr. Tóth Rudolf (PhD): Építmények robbantásos cselekmények elleni védelmének növelési lehetőségei. [online] *Műszaki Katonai Közlöny*, XXII. évfolyam, 2012. különszám, 14-25. o. Url: <http://www.hhk.uni->

<sup>11</sup> 1. ábra: Egy hagyományos szerkezetű többszintes épület, valamint egy egylégtérű csarnok átalakításának koncepciói. Az arányos ábrát a cikk szerzője készítette.



- [nke.hu/downloads/kiadvanyok/mkk.uni-nke.hu/pdfanyagok2012kulonszam/18%20teljesszam.pdf](http://nke.hu/downloads/kiadvanyok/mkk.uni-nke.hu/pdfanyagok2012kulonszam/18%20teljesszam.pdf) (2016. 01. 09.).
- [2] Nemes József: *Kivonat a robbantási technológiai előírás elemeiből a robbantómester részére (Léglökési biztonsági távolságok)*. Url: [http://www.kepzesevolucioja.hu/dmdocuments/4ap/5\\_0022\\_tartalomelem\\_010\\_munkaanyag\\_091231.pdf](http://www.kepzesevolucioja.hu/dmdocuments/4ap/5_0022_tartalomelem_010_munkaanyag_091231.pdf) (2016. 04. 13.).
- [3] *Felrobbant egy rakétatámaszpont Jemen fővárosában*. Url: [http://index.hu/kulfold/2015/04/20/felrobbant\\_egy\\_raketatamaszpont\\_jemen\\_fovarosaban/](http://index.hu/kulfold/2015/04/20/felrobbant_egy_raketatamaszpont_jemen_fovarosaban/) (2016. 04. 10.).
- [4] Prof. dr. Szabó Sándor (szerk.): *Katonai táborok robbantásos cselekményekkel szembeni védelme fokozásának módszerei, eszközei, lehetőségei (tervezési segédlet)*. 8. fejezet. K. n., Budapest, 2013.
- [5] Pető Richárd: Épületvédelem módszere robbantásos cselekmények ellen. [online] *Műszaki Katonai Közlöny*, XXIII. évfolyam, 2013/1. szám, 51-57. o. Url: <http://www.hhk.uni-nke.hu/downloads/kiadvanyok/mkk.uni-nke.hu/PDF2013elso/osszesen2013elso.pdf> (2016. 04. 12.).
- [6] Kasza Anett: *A fővárosi metró alkalmazási lehetőségei és korlátai a katasztrófák elleni védekezés területén*. PhD értekezés - tervezet. NKE, Pécs, 2015. Url: [http://hhk.uni-nke.hu/uploads/media\\_items/ertekezes-tervezet-22.original.pdf](http://hhk.uni-nke.hu/uploads/media_items/ertekezes-tervezet-22.original.pdf) (2016. 04. 12.).
- [7] *4. Demográfiai adatok*. Url: [http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/nepsz2011/nepsz\\_04\\_2011.pdf](http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/nepsz2011/nepsz_04_2011.pdf) (2016. 04. 10.).
- [8] *Mérsékelték a magyarországi terrorkészültségi fokozatot*. Url: [http://www.honvedelem.hu/cikk/56364\\_mersekelték\\_a\\_magyarországi\\_terrorkeszultsegi\\_fokozatot](http://www.honvedelem.hu/cikk/56364_mersekelték_a_magyarországi_terrorkeszultsegi_fokozatot) (2016. 04. 10.).
- [9] Györök László: A hadszíntér-előkészítés lehetséges feladatai a XXI. század kihívásai tükrében. [online] *Műszaki Katonai Közlöny*, XXV. évfolyam, 2015/3. szám, 51-57. o. Url: [http://hhk.uni-nke.hu/downloads/kiadvanyok/mkk.uni-nke.hu/PDF\\_2015\\_3\\_sz/06\\_A%20hadszinter%20elokeszites%20.pdf](http://hhk.uni-nke.hu/downloads/kiadvanyok/mkk.uni-nke.hu/PDF_2015_3_sz/06_A%20hadszinter%20elokeszites%20.pdf) (2016. 04. 13.).
- [10] Dr. Daruka Norbert: Robbanóanyag-ipari alapanyagok és termékek osztályozásának lehetőségei. [online] *Műszaki Katonai Közlöny*, XXVI. évfolyam, 2016/1. szám, 26-43. o.
- [11] Dr. Kovács Zoltán: Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai. [online] *Műszaki Katonai Közlöny*, XXII. évfolyam, 2012/2. szám, 37-52. o. Url: [http://www.hhk.uni-nke.hu/downloads/kiadvanyok/mkk.uni-nke.hu/pdfanyagok2012szeptember/03%20MKK\\_KZ\\_IED\\_cikk.pdf](http://www.hhk.uni-nke.hu/downloads/kiadvanyok/mkk.uni-nke.hu/pdfanyagok2012szeptember/03%20MKK_KZ_IED_cikk.pdf) (2016. 04. 12.).
- [12] *Improvised explosive device*. Url: [https://en.wikipedia.org/wiki/Improvised\\_explosive\\_device](https://en.wikipedia.org/wiki/Improvised_explosive_device) (2016. 04. 10.).

- [13] Dr. Kovács Zoltán mk. alezredes (PhD): *Katonai kritikus infrastruktúra fizikai védelme*. Előadás az *A katonai kritikus infrastruktúra elemek fizikai védelme* órán. Budapest, 2016. 04. 12., KMDI.
- [14] *Autóbomba robbant Törökországban*. Url: [http://index.hu/sport/2016/01/14/autobomba\\_robbant\\_torokorszagban/](http://index.hu/sport/2016/01/14/autobomba_robbant_torokorszagban/) (2016. 04. 10.).
- [15] *Brussels terror attacks survivors describe horrifying scenes as carnage unfolds at airport*. Url: <http://www.mirror.co.uk/news/world-news/brussels-terror-attacks-survivors-describe-7610719> (2016. 04. 10.).
- [16] *Brussels attacks: Manhunt for third bomber begins after bombing shake Belgian capital*. Url: <http://www.independent.co.uk/news/world/europe/brussels-attacks-manhunt-for-third-bomber-begins-after-bombing-shake-belgian-capital-a6946916.html> (2016. 04. 10.).
- [17] *Terminál 2 SkyCourt Indulási szint*. Url: [http://www.bud.hu/utazas/indulas\\_elott/interaktiv\\_terkep](http://www.bud.hu/utazas/indulas_elott/interaktiv_terkep) (2016. 04. 10.).
- [18] *C. n.* Url: <http://a-info.scontentrtl.be/GED/01970000/1973100/1973192.jpg> (2016. 04. 12.)